放射能測定法シリーズ　29

緊急時における
ガンマ線スペクトル解析法

平成 16 年

文　部　科　学　省

科学技術・学術政策局
原子力安全課防災環境対策室

目　次

第1章　序　論 ····· 1
1.1 はじめに ····· 1
1.1 試料の測定時間と定量可能レベル ····· 2

第2章　測定・解析のための手順 ····· 5
2.1 測定試料の調製 ····· 5
2.2 測定器の調整 ····· 36
2.3 試料の測定 ····· 53

第3章　緊急時用マスター核データライブラリの作成 ····· 55
3.1 核データライブラリ作成の手順 ····· 55

第4章　解析用核データファイルの作成 ····· 62
4.1 検索プログラム ····· 62
4.2 検索プログラム例とその使用方法 ····· 62

第5章　ガンマ線スペクトル解析プログラム ····· 65
5.1 緊急時にガンマ線スペクトル解析プログラムが取り扱う
核データ数について ····· 65
5.2 スペクトル解析 ····· 65
5.3 測定データの解析操作 ····· 82

付　録
付録1　核分裂生成核種の経過時間による存在度 ····· 85
付録2　実スペクトルを用いた解析例 ····· 90
付録3　核データライブラリ登録核データの例 ····· 102

第 1 章　序　論

1.1 はじめに

原子炉施設、再処理施設等からの放射性物質又は放射線の異常な放出あるいはそのおそれがある場合、緊急時モニタリングとして、環境試料中の放射性物質の濃度を把握する必要がある。

本マニュアルは緊急時に対応できることを目的に、緊急時に対象となる放射性核種の核データライブラリを作成し、緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法を記載した。

本マニュアルの構成は二部からなり、前半(第 2 章)は測定試料の調製手順、測定器の調整手順及び測定手順を取りまとめた。後半(第 3 章から第 5 章)は、主に緊急時におけるガンマ線スペクトル解析について記載した。第 3 章は、信頼される核データ集から、緊急時に解析対象とする核種を選定し、緊急時用マスター核データライブラリを作成する方法を記載した。第 4 章は、緊急時用マスター核データライブラリから解析用核データファイルを作成する方法を記載した。第 5 章は緊急時用ガンマ線スペクトル解析プログラムが備えるべき機能と測定結果の解析手順を記載した。また、付録として核分裂からの経過時間による存在度及び過去の原子力施設の事故において採取された環境試料を本マニュアルの方法によって解析した結果を掲載した。さらに、核データライブラリの一例として緊急時に環境中に検出される可能性のある核種を登録した核データライブラリを掲載した。

なお、本マニュアルは以下の点に留意して使用する必要がある。

ゲルマニウム半導体検出器システムについては、現在、各種機器が市販されているため、機器調整に関する具体的な操作については各種機器ごとに異なっている。よって、機器調整を行う場合の操作については代表的で基本的な手順を記載した。実際の操作にあたっては、メーカー供給の取扱説明書等を参照する必要がある。また、不十分な機器調整は核種同定時の誤認、見落とし、そして誤った定量結果の原因となるため、十分に確認する必要がある。

1.2 試料の測定時間と定量可能レベル

放射能測定法シリーズ 24 「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」より、ヨウ素 131 とセシウム 137 の定量可能レベルを、多くの核種が混在する緊急時について算出し、表 1.1 と表 1.2 に示す。

これらの表に示されている値は一つの例であり、緊急時について、マリネリ容器（2L）または小型容器（100ml：50㎜φ×50㎜）を用い、表中の供試量を一定時間測定した場合の値である。なお、値の算出において、ゲルマニウム半導体検出器の相対効率は 15%とした。

なお、これら定量可能レベルは、緊急時の汚染状況等により変動するので、ここに示した値を参考とし、適切な測定時間を迅速に設定することが望ましい。

表 1.1　緊急時（多核種検出時）においてマリネリ容器（2L）を用いた時の測定時間と分析目標レベル

試料名	供試量	ヨウ素 131 定量可能レベル				セシウム 137 定量可能レベル				単位
		10 分間	30 分間	1 時間	10 時間 計測	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間 計測	
・土　壌	2kg	18	10	8	4	40	24	16	6	Bq/kg
・降下物、降水										
・飲 料 水	2L	18	10	8	4	40	24	16	6	Bq/L
・牛乳、原乳										
・葉　菜	1kg	36	20	16	8	80	48	32	12	Bq/kg 生
・その他										
海藻類	2kg	18	10	8	4	40	24	16	6	Bq/kg 生
魚　類										
海　水	2L	18	10	8	4	40	24	16	6	Bq/L
穀　類										
肉　類	2kg	18	10	8	4	40	24	16	6	Bq/kg 生
卵　類										

ゲルマニウム半導体検出器の相対効率：15%

表 1.2　緊急時（多核種検出時）において小型容器（50㎜φ×50㎜）を用いた時の測定時間と分析目標レベル

試料名	供試量	ヨウ素 131 定量可能レベル				セシウム 137 定量可能レベル				単位
		10 分間	30 分間	1 時間	10 時間 計測	10 分間	30 分間	1 時間	10 時間 計測	
・大気浮遊じん	$1m^3$	10	6	4	2	18	10	8	4	Bq/m^3
	$10m^3$	1	0.6	0.4	0.2	1.8	1.0	0.8	0.4	Bq/m^3
	$1000m^3$	0.01	0.006	0.004	0.002	0.018	0.01	0.008	0.004	Bq/m^3
・土　壌	100g	220	140	100	40	500	300	200	80	Bq/kg
・降下物、降水 ・飲料水 ・牛乳、原乳	100ml	220	140	100	40	500	300	200	80	Bq/L
・葉　菜	50g	440	280	200	80	1000	600	400	160	Bq/kg 生
・その他										
海　藻	100g	220	140	100	40	500	300	200	80	Bq/kg 生
魚　類										
海　水	100ml	220	140	100	40	500	300	200	80	Bq/L
穀　類										
肉　類	100g	220	140	100	40	500	300	200	80	Bq/kg 生
卵　類										

ゲルマニウム半導体検出器の相対効率：15%

第 2 章　測定・解析のための手順

測定試料の調製手順、ゲルマニウム半導体検出器の機器調整手順及び測定手順を示す。

2.1 測定試料の調製

ゲルマニウム半導体検出器で測定するための試料を調製する。試料の調製方法については、文部科学省放射能測定法シリーズ 24「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」に準拠した。

2.1.1 準備作業

緊急時における試料の前処理では、各試料間、また、他の平常時に扱った試料への汚染をさけるために、専用の作業室を設ける事が望ましい。作業室の床面及び作業台表面は、除染が容易なように平滑であることが望ましい。

(1) 作業に必要な物品

① ビニールろ紙、ロール状ビニール、大型ろ紙（60cm×60cm 程度）等
② はさみ
③ ガムテープ等の粘着テープ
④ スミヤろ紙(化学分析用のろ紙、市販の化学ぞうきん等でも可)
⑤ ビニール袋(50L 程度のもの)
⑥ 腕カバー、靴カバー等
⑦ タルク（市販のベビーパウダーが使用可能）ゲルマニウム半導体検出器で測定し、バックグラウンドを確認しておく。
⑧ アルコール
⑨ 蒸留水
⑩ 紙タオル
⑪ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業室の養生と準備

作業室内が直接汚染しないよう、また、汚染の拡大を防ぐため、室内の作業範囲を養生する。

① 作業台上の作業範囲、床面をスミヤろ紙でスミヤする。スミヤしたスミヤろ紙をサーベイメータで測定し、作業範囲のバックグラウンドを確認する。
② 作業台上をビニールろ紙またはビニールでおおい、粘着テープで固定する。さらにその上に紙（紙タオルや大型ろ紙でも良い）を敷き、その紙の上で試料を扱うようにする。紙は試料毎に使い捨てとする。
③ 作業台周辺の床面作業範囲はビニールでおおい、作業範囲を明確にする。作業者は、床面のビニールの範囲内で作業を行い、その範囲外にいる補助者が作業者のサポートを行うようにする。

④ 廃棄物用に、大きなビニール袋を作業範囲内の作業台の側面に粘着テープで固定する。
⑤ 腕カバー、靴カバーを用意する。
⑥ 汚染した場合に備え、アルコール、蒸留水、紙タオルを用意する。

(3) 測定試料の調製時における記録項目

測定試料を調製する場合の記録すべき試料情報を示す。これらは記録票に記載できるようにしておく。

① 試　料　番　号：その試料固有の番号あるいは記号。
番号・記号から試料の種類、採取日、調製の順番、測定容器等が一目で分かるようにすることが望ましい。
② 試料名(大分類)：大気浮遊じん、牛乳、農作物、土壌等
③ 試料名(実名称)：チャコールフィルター、原乳、キャベツ、水道水等
④ 試料採取場所：地名、住所、個人宅名、緯度経度、必要に応じて地図上のポイント等
⑤ 試料採取日時：年月日、時刻、天候
⑥ 試料採取量：採取時の試料量
⑦ 放射能レベル：サーベイメータで確認した値を記録。
⑧ 前処理供試量：前処理をするのに用いた試料量
⑨ 測定供試量：測定容器に詰めた試料量
⑩ 前処理方法：前処理の概要
⑪ 測定容器の種類：小型容器[容積 100ml 程度],マリネリ容器(容積 2L)等
⑫ 試料充填高さ：試料容器に入っている試料の高さ。
試料容器の底の厚みがあるので、これは高さに含めないよう注意する。

2.1.2 大気浮遊じん

大気を吸引したろ紙及び活性炭カートリッジを試料とする。

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器（小型容器［容積 100ml 程度］）
② 小型容器を包むポリエチレン袋
③ ビニールテープ
④ 使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋
⑤ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑥ タルク
⑦ アルコール
⑧ 蒸留水
⑨ ものさし
⑩ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取日時及び採取量が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。

(3) 作業手順

① 作業者は、使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。
③ 活性炭カートリッジは、カートリッジから捕集材である活性炭を取り出し、小型容器に詰め、測定試料とする。
④ ガラス繊維ろ紙は、小型容器に浮遊じんの付着している面が検出器の方を向くように全量詰め込む。
⑤ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。
⑥ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。
⑦ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。
⑧ 小型容器の蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
⑨ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.3 土壌

深さ 0～5cm を試料とする。なお、緊急時では、汚染の防止と迅速な前処理が必要なため、湿土のまま試料容器に詰める。

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］)
② 小型容器を包むポリエチレン袋
③ ビニールテープ
④ 薬さじ
⑤ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑥ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑦ タルク
⑧ アルコール
⑨ 蒸留水
⑩ ものさし
⑪ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取日時及び採取重量が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr (1μSv/hr) のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 試料中の目立つような草木、根、石礫等を取り除く。
③ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。
④ 採取した試料から乾土率分析用に約 100g を取り分けた後、均一性に留意しながら約 100g 程度を薬さじを用いて小型容器に詰める。
⑤ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
⑥ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。
⑦ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑧ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。
⑨ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
⑩ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 参考

乾土率の求め方

① 使用する磁製るつぼまたは磁製皿等の試料容器の風袋重量を秤り、記録する。
② 湿土試料数十ｇ程度を試料容器中で平らになるようにならし、重量を測定する。
③ 試料が舞い上がらないよう、風量を調節しながら、105℃に設定した熱風乾燥機で数時間程度恒量になるまで乾燥させる。
④ 試料容器をデシケータ等に移し、1 時間程度放冷後、重量を秤り、風袋重量を差し引いた後の試料重量を乾土重量とし、記録する。
⑤ 乾土重量を湿土重量で除し、乾土率とする。

2.1.4 降下物、降水

大型水盤に捕集された降下物あるいは雨水採取器で採取した降水を試料とする。

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器[容積 100ml 程度]またはマリネリ容器[容積 2L 程度]
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 塩化ナトリウム
⑦ 駒込ピペット（10ml）
⑧ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑨ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑩ タルク
⑪ アルコール
⑫ 蒸留水
⑬ メスシリンダー(100ml または 2L)
⑭ ビーカー等の容器
⑮ ガラス棒
⑯ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ 水盤または雨水採取器内の試料にサーベイメータをできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には 100ml、マリネリ容器の場合には 2L の試料量を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用い、供試量が 2L 以上ある場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 採取した試料を適当な容器（ビーカー等の試料量に応じた容器）に移す。

③ ちり等が含まれているため試料をガラス棒等でかくはんし、十分に均一にする。
④ マリネリ容器内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
⑤ マリネリ容器に試料番号等のデータを記入または添付する。
⑥ 試料を、使用するマリネリ容器に対応したメスシリンダー(2L)を用いて正確に 2L をはかり取る。駒込ピペットを用いるとメスシリンダーの標線に合わせやすい。
⑦ 試料をマリネリ容器に移す。
⑧ 塩化ナトリウム 6g を薬さじを用いて秤り取り、マリネリ容器に加え、溶解する。(試料測定後、長期間保存しない場合は必要ない。)
⑨ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。
⑩ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
⑪ マリネリ容器を外袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B (測定容器に小型容器を用い、供試量が 100ml 以上ある場合)
① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 採取した試料を適当な容器 (ビーカー等の試料量に応じた容器) に移す。
④ ちり等が含まれているため試料をガラス棒等でかくはんし、十分に均一にする。
⑤ 試料を 100ml メスシリンダーを用いて正確にはかり取る。駒込ピペットを用いるとメスシリンダーの標線に合わせやすい。
⑥ 試料を小型容器に移す。
⑦ 塩化ナトリウム 0.3g を薬さじを用いて秤り取り、小型容器に加え、溶解する。(長期間保存しない場合は必要ない。)
⑧ 小型容器に蓋をする。
⑨ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。
⑩ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
⑪ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

(5) 作業手順 C (測定容器に小型容器を用い、供試量が 100ml 以下の場合)
① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 採取した試料を適当な容器 (ビーカー等の試料量に応じた容器) に移す。
③ ちり等が含まれているため試料をガラス棒等でかくはんし、十分に均一にする。
④ 試料全量を 100ml メスシリンダーに移し、試料の容量をはかり、記録する。
⑤ 試料を小型容器に移す。
⑥ 塩化ナトリウム 0.3g を薬さじを用いて秤り取り、小型容器に加え、溶解する。(試

料測定後、長期間保存しない場合は必要ない。）

⑦ 小型容器に蓋をする。

⑧ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑨ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑩ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

(6) 試料の分取率の求め方

測定試料として試料を分取した場合の試料の分取率は次のようにして求める。

$$\text{分取率}(\%) = \frac{\text{供試量}}{\text{採取量}} \times 100$$

2.1.5 飲料水

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑤ ビニールテープ
⑥ 薬さじ
⑦ 塩化ナトリウム
⑧ 駒込ピペット
⑨ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑩ タルク
⑪ アルコール
⑫ 蒸留水
⑬ メスシリンダー(100ml または 2L)
⑭ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取日時及び採取量が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には 100ml、マリネリ容器の場合には 2L の試料を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② マリネリ容器用内袋の外側にタルクを付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
③ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付する。
④ 試料を、メスシリンダー(2L)を用いて正確に 2L をはかり取る。駒込ピペットを用い

るとメスシリンダーの標線に合わせやすい。

⑤ 試料をマリネリ容器に移す。

⑥ 塩化ナトリウム 6g を薬さじを用いて秤り取り、マリネリ容器に加え、溶解する。(試料測定後、長期間保存しない場合は必要ない。)

⑦ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを巻いて封をする。

⑧ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑨ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑩ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B (測定容器に小型容器を用いる場合)

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付する。

③ 試料を 100ml メスシリンダーを用いて正確に 100ml をはかり取る。駒込ピペットを用いるとメスシリンダーの標線に合わせやすい。

④ 試料を小型容器に移す。

⑤ 塩化ナトリウム 0.3g を薬さじを用いて秤り取り、小型容器に加え、溶解する。(長期間保存しない場合は必要ない。)

⑥ 小型容器に蓋をする

⑦ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑧ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑨ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.6 牛乳、原乳

牛乳あるいは原乳を試料とする。

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑦ ホルマリン
⑧ タルク
⑨ アルコール
⑩ 蒸留水
⑪ 駒込ピペット
⑫ メスシリンダー(100ml または 2L)
⑬ ガンマ線用サーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には 100ml、マリネリ容器の場合には 2L の試料を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② マリネリ容器用内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
③ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付する。
④ 試料を、メスシリンダー(2L)を用いて正確に 2L をはかり取る。駒込ピペットを用い

るとメスシリンダーの標線に合わせやすい。

⑤ 試料をマリネリ容器に移し、ホルマリン 40ml を加える。（測定時間が数時間で、かつ、測定後試料を保管しない場合はホルマリンを加える必要はない。原乳の場合は、採取後の早い時期から分離が始まるので注意する。）

⑥ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。

⑦ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑧ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑨ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付する。

③ 試料を 100ml メスシリンダーを用いて正確に 100ml をはかり取る。駒込ピペットを用いるとメスシリンダーの標線に合わせやすい。

④ 試料を小型容器に移し、ホルマリン 2ml を加える。（測定時間が数時間で、かつ、測定後試料を保管しない場合はホルマリンを加える必要はない。原乳の場合は、採取後の早い時期から分離が始まるので注意する。）

⑤ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。

⑥ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑦ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑧ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.7 葉菜

ホウレンソウ、ハクサイ、キャベツ等の葉菜類を試料とする。

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑦ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑧ タルク
⑨ アルコール
⑩ 蒸留水
⑪ 包丁、カッター、ハサミ
⑫ ものさし
⑬ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 50g 以上、マリネリ容器の場合には試料 1kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 試料に付着した目立つような土、泥等を払い落とす。水洗いはしない。
③ 可食部以外の部位(根等)を取り除く。
④ 試料を包丁、カッターまたはハサミで 1～2cm 幅に細切りする。
⑤ マリネリ容器内袋外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容

器内に隙間無く装着する。

⑥ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

⑦ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器の標線まで隙間無く詰める。

⑧ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑨ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。

⑩ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑪ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑫ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 試料に付着した目立つような土、泥等を払い落とす。水洗いはしない。

③ 可食部以外の部位(根等)を取り除く。

④ 試料を包丁、カッターまたはハサミで 1～2cm 幅に細切りする。

⑤ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。

⑥ 試料を均一性に留意しながら薬さじを用いて小型容器内に隙間無く詰める。

⑦ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。

⑧ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。

⑨ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑩ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑪ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑫ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8 その他

2.1.8.1 穀類

精米、籾米等の穀類を試料とする。

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑦ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑧ タルク
⑨ アルコール
⑩ 蒸留水
⑪ ものさし
⑫ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 100g 以上、マリネリ容器の場合には試料 2kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② マリネリ容器用内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
③ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

④ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器内の標線まで隙間無く詰める。
⑤ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。
⑥ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを巻いて封をする。
⑦ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
⑧ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。
⑨ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）
① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。
③ 試料を均一性に留意しながら薬さじを用いて小型容器内に隙間無く詰める。
④ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。
⑤ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。
⑥ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。
⑦ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。
⑧ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
⑨ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8.2 豆類、キノコ類

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑦ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑧ タルク
⑨ アルコール
⑩ 蒸留水
⑪ 包丁、カッター、ハサミ
⑫ ものさし
⑬ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 100g 以上、マリネリ容器の場合には試料 2kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 殻、サヤ等に入っている試料については、包丁、カッターまたはハサミで外殻を取り除き、可食部のみを取り出す。
③ マリネリ容器用内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
④ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋

及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

⑤ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器の標線まで隙間無く詰める。

⑥ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑦ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。

⑧ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑨ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑩ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 殻、サヤ等に入っている試料については、包丁、カッターまたはハサミで外殻を取り除き、可食部のみを取り出す。

③ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。

④ 試料を均一性に留意しながら薬さじを用いて小型容器内に隙間無く詰める。

⑤ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。

⑥ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。

⑦ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑧ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑨ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑩ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8.3 肉類

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑦ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑧ タルク
⑨ アルコール
⑩ 蒸留水
⑪ 包丁、カッター、ハサミ
⑫ ものさし
⑬ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 100g 以上、マリネリ容器の場合には試料 2kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 試料を、包丁、カッターまたはハサミで 2～3cm の角切りにする。
③ マリネリ容器用内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
④ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

⑤ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器の標線まで隙間無く詰める。
⑥ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。
⑦ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。
⑧ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを用いて封をする。
⑨ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。
⑩ マリネリ容器を外袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）
① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用して試料を扱う。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 試料を、包丁、カッターまたはハサミで１～2cm の角切りにする。
③ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。
④ 試料を均一性に留意しながら薬さじを用いて小型容器内に隙間無く詰める。
⑤ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。
⑥ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。
⑦ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。
⑧ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。
⑨ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8.4 卵類

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑦ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑧ ホルマリン
⑨ タルク
⑩ アルコール
⑪ 蒸留水
⑫ ものさし
⑬ ボール等の容器
⑭ ガラス棒
⑮ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 100g 以上、マリネリ容器の場合には試料 2kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 殻を割り、適当な容器（ボール等の試料量に応じた容器）に可食部のみを取り出し、ガラス棒等でかくはんする。
③ マリネリ容器用内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリ

ネリ容器内に隙間無く装着する。

④ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

⑤ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器の標線まで流し入れ、ホルマリン 40ml を加える。（測定時間が数時間で、かつ、測定後試料を保管しない場合はホルマリンを加える必要はない。）

⑥ 試料を水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑦ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。

⑧ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑨ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑩ マリネリ容器を外袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 殻を割り、適当な容器（ボール等の試料量に応じた容器）に可食部のみを取り出し、ガラス棒等でかくはんする。

③ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。

④ 試料を均一性に留意しながら小型容器に流し入れ、ホルマリン 2ml を加える。（測定時間が数時間で、かつ、測定後試料を保管しない場合はホルマリンを加える必要はない。）

⑤ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。

⑥ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑦ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑧ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑨ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8.5 乳製品

粉乳、チーズ、バター等の固形状乳製品を試料とする。なお、コンデンスミルク等の液体状乳製品は、2.1.6 牛乳、原乳に準ずる。

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋
⑦ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑧ タルク
⑨ アルコール
⑩ 蒸留水
⑪ 包丁、カッター、ハサミ
⑫ ものさし
⑬ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 100g 以上、マリネリ容器の場合には試料 2kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 試料を包丁、カッターまたはハサミで 2～3cm の角切りにする。（粉末状製品の場合は必要ない。）
③ マリネリ容器内袋外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ

容器内に均一性に留意しながら隙間無く装着する。

④ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

⑤ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器の標線まで隙間無く詰める。

⑥ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑦ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。

⑧ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑨ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑩ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 試料を包丁、カッターまたはハサミで 1～2cm の角切りにする。（粉末状製品の場合は必要ない。）

③ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。

④ 試料を均一性に留意しながら薬さじを用いて小型容器内に隙間無く詰める。

⑤ 試料の表面を軽く圧縮し、水平にならす。

⑥ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。

⑦ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑧ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑨ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑩ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8.6 海藻類

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 薬さじ
⑥ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑦ タルク
⑧ アルコール
⑨ 蒸留水
⑩ 包丁、カッター、ハサミ
⑪ ものさし
⑫ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 50g 以上、マリネリ容器の場合には試料 1kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 試料に付着した動植物、岩石の細片等を取り除く。水洗いはしない。
③ 可食部以外の部位（根等）を取り除く。
④ 試料を包丁、カッターまたはハサミで 1～2cm 幅に細切りする。
⑤ マリネリ容器用内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
⑥ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋

及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

⑦ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器の標線まで隙間無く詰める。

⑧ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑨ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。

⑩ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑪ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑫ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 試料に付着した動植物、岩石の細片等を取り除く。水洗いはしない。

③ 可食部以外の部位(根等)を取り除く。

④ 試料を包丁、カッターまたはハサミで 1～2cm 幅に細切りする。

⑤ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。

⑥ 試料を均一性に留意しながら薬さじを用いて小型容器内に隙間無く詰める。

⑦ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。

⑧ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑨ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑩ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑪ 小型容器に外袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8.7 魚類

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ 薬さじ
⑤ ビニールテープ
⑥ 天秤〔0.01g 程度まで秤量可能〕
⑦ タルク
⑧ アルコール
⑨ 蒸留水
⑩ 包丁、カッター、ハサミ
⑪ ものさし
⑫ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には試料 100g 以上、マリネリ容器の場合には試料 2kg 以上を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② 可食部以外の部位を取り除く。（全体を食用とする魚の場合は必要ない。）
なお、取り除いた部位は冷凍庫に保管する。
③ 試料を包丁、カッター、ハサミ等で 2～3cm 幅に細切りする。
④ マリネリ容器用内袋の外側にタルクをかるく付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
⑤ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、マリネリ容器と蓋

及び内袋の風袋重量を秤り、記録する。

⑥ 試料を均一性に留意しながらマリネリ容器の標線まで隙間無く詰める。

⑦ 試料の表面を軽く圧縮し、標線で水平にならした後、試料とともにマリネリ容器と蓋の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑧ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを用いて封をする。

⑨ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑩ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑪ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 可食部以外の部位を取り除く。（全体を食用とする魚の場合は必要ない。）
なお、取り除いた部位は冷凍庫に保管する。

③ 試料を包丁、カッター又はハサミで 1～2㎝ 幅に細切りする。

④ 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付した後、小型容器の風袋重量を秤り、記録する。

⑤ 試料を均一性に留意しながら薬さじを用いて小型容器内に隙間無く詰める。

⑥ 小型容器に蓋をし、試料の厚さをはかり記録する。

⑦ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑧ 小型容器の重量を秤り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録する。

⑨ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑩ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.8.8 海水

(1) 必要な機器、器具等

① 測定容器(小型容器［容積 100ml 程度］またはマリネリ容器［容積 2L 程度］)
② マリネリ容器用内袋、外袋
③ 小型容器を包むポリエチレン袋
④ ビニールテープ
⑤ 駒込ピペット
⑥ タルク
⑦ アルコール
⑧ 蒸留水
⑨ メスシリンダー(100ml または 2L)
⑩ ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ

(2) 作業前のチェック

① 前処理の結果を記録するための記録票を準備し、試料の採取地、採取場所、採取期間及び採取条件が記録されていることを確認する。
② 試料に試料番号を付ける。
③ サーベイメータを試料にできるだけ近づけて測定し、放射能レベルを記録する。ゲルマニウム半導体検出器が、小型容器及びマリネリ容器に対応している場合、放射能レベルにあわせて測定容器を選択する。小型容器の場合には 100ml、マリネリ容器の場合には 2L の試料を必要とする。試料の供試量と放射能レベルにより、ゲルマニウム半導体検出器で測定した場合の Dead Time を予想し、できるだけ 5～10%程度以下になるよう試料量を調節し、その試料量に応じた測定容器を選択する。相対効率 35%程度のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、1μGy/hr（1μSv/hr）のとき Dead Time が 10%程度である。

(3) 作業手順 A（測定容器にマリネリ容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。
② マリネリ容器用内袋の外側にタルクを付けて滑りを良くした後、内袋をマリネリ容器内に隙間無く装着する。
③ マリネリ容器に、試料番号等のデータを記入または添付する。
④ 試料を、メスシリンダー(2L)を用いて正確に 2L をはかり取る。駒込ピペットを用いるとメスシリンダーの標線に合わせやすい。
⑤ 試料をマリネリ容器に移す。
⑥ マリネリ容器内袋の口をビニールテープを巻いて封をする。
⑦ マリネリ容器に蓋をし、蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑧ マリネリ容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑨ マリネリ容器をポリエチレン袋に入れ、十分空気を抜きながら口を結んで封入し、測定試料とする。

(4) 作業手順 B（測定容器に小型容器を用いる場合）

① 作業者は、使い捨てのポリエチレンあるいはゴム手袋を着用する。この時、手にタルクを少量つけると手袋の脱着が容易となる。

② 小型容器に、試料番号等のデータを記入または添付する。

③ 試料を 100ml メスシリンダーを用いて正確に 100ml をはかり取る。駒込ピペットを用いるとメスシリンダーの標線に合わせやすい。

④ 試料を小型容器に移す。

⑤ 小型容器に蓋をする。

⑥ 容器の外側を、蒸留水、アルコール等で湿らせたティッシュでよく拭き取る。

⑦ 蓋の接合部にビニールテープを巻いて封をする。

⑧ 小型容器にポリエチレン袋を被せ、空気を抜き、容器の底にシワがよらないように口を結んで封入し、測定試料とする。

2.1.9 試料の保管

測定終了後の試料の保管方法について示す。

(1) 大気浮遊じんについては、小型容器に詰めた状態で新たなポリエチレン袋または他の容器等に入れ、冷暗所に保管する。

(2) 土壌については、小型容器に詰めた状態で新たなポリエチレン袋または他の容器等に入れ、保管する。

(3) 降下物、降水については、小型容器に詰めた状態あるいは、マリネリ容器から取り出した内袋に入ったままの状態で、新たなポリエチレン袋または他の容器等に入れ、保管する。

(4) 飲料水、海水については、小型容器に詰めた状態あるいは、マリネリ容器から取り出した内袋に入ったままの状態で、新たなポリエチレン袋または他の容器等に入れ、冷暗所に保管する。

(5) 牛乳、原乳及びその他の試料（卵類、液体状乳製品）については、前処理時にホルマリンを加えた場合には（4）飲料水と同様に処理する。前処理時にホルマリンを加えなかった場合、試料 100ml 当り 2ml の割合でホルマリンを加えた後、冷蔵庫等の低温の場所に保管する。

(6) 葉菜及びその他の試料(穀類、豆類、キノコ類、肉類、固形状乳製品、海藻類、魚類及び海水)については、小型容器に詰めた状態あるいは、マリネリ容器から取り出した内袋に入ったままの状態で、新たなポリエチレン袋または他の容器等に入れ、肉類、海藻類及び魚類については冷凍庫に、葉菜、穀類、豆類、キノコ類、固形状乳製品及び海水については冷蔵庫等の低温の場所に保管する。

2.2 測定器の調整

緊急時には、多数の核種とピークが検出されることが予想される。そのため、測定したガンマ線スペクトル上でのピーク同定を遅滞なく正確に実行するためにも測定器が正しく調整されている必要がある。ここでは、緊急時に対応するためのゲルマニウム半導体検出器の機器調整手順について、文部科学省放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー(3 訂)」に準じて示す。

2.2.1 準備作業

(1) 調整に用いる密封線源

機器の調整項目	使用する密封線源(例)	放射能強度(例)
DC Level 調整 Pole Zero 調整	コバルト57、セシウム137、 コバルト60 等	5～10ｋBq 程度
エネルギー校正	コバルト57、コバルト60 等	

表中に示した核種以外の多くの核種は複数本のピークを出すことを承知しておく必要がある。

(2) 測定器の状態の確認

① 設定の確認

調整を行う前に、エネルギー校正用密封線源を測定し、得られたガンマ線ピークの位置を確認する。使用しているマルチチャネルアナライザが0.5keV/chに設定され、正しくエネルギー校正がなされている場合、表中の核種についてはそれぞれのチャネルの位置に各核種のピーク中心が認められることが望ましい。

核 種 (例)	エネルギー (keV)	ピークチャネル (ch)
コバルト57	122.1	244
セシウム137	661.7	1323
コバルト60	1332.5	2665

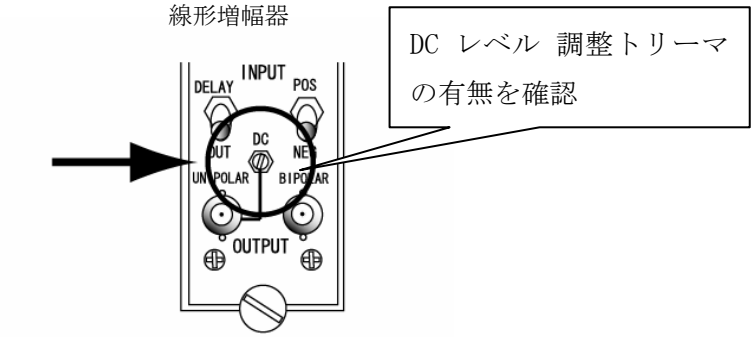
表記のチャネル±2 チャネル以内にピーク中心がある場合、これ以降の機器調整は必要としない。

② ピーク中心チャネルが測定したガンマ線の予想チャネルから外れている場合、2.2.2 以下に従って機器の調整を行う。機器の調整にはゲルマニウム半導体検出器に習熟している必要がある。

2.2.2 DC レベル調整

連続したパルス波形分析において、DC レベルのベースラインシフトは誤差の要因の一つとなる。そのため、DC レベルの調整を行う。

一体型のマルチチャネルアナライザでオートポールゼロ機能がある機種ではこの調整が不要な場合があるので、メーカーより供給されている機器取扱説明書で確認しておくこと。また、DC レベル調整トリーマが無い機種でもこの操作は不要である。



この操作は、ゲルマニウム半導体検出器の調整に習熟した人が実施する。また、この操作を行った場合は、続いて 2.2.3 ポールゼロ調整及び 2.2.4 エネルギー校正も必ず実施する。

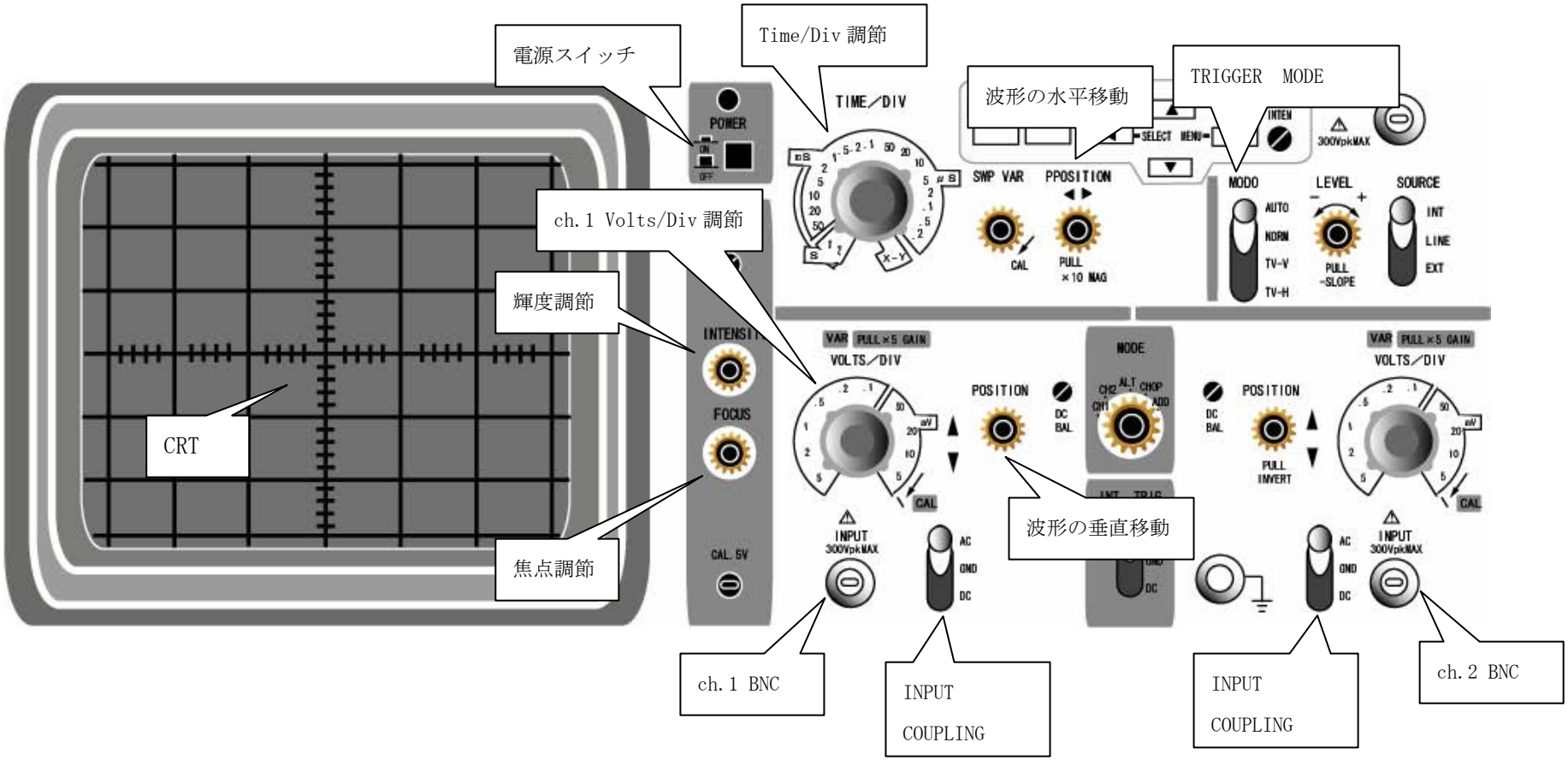
(1) 調整に使用する機器・器具等

① オシロスコープ
② BNC ケーブル
③ 精密ドライバ
④ 機器取扱説明書

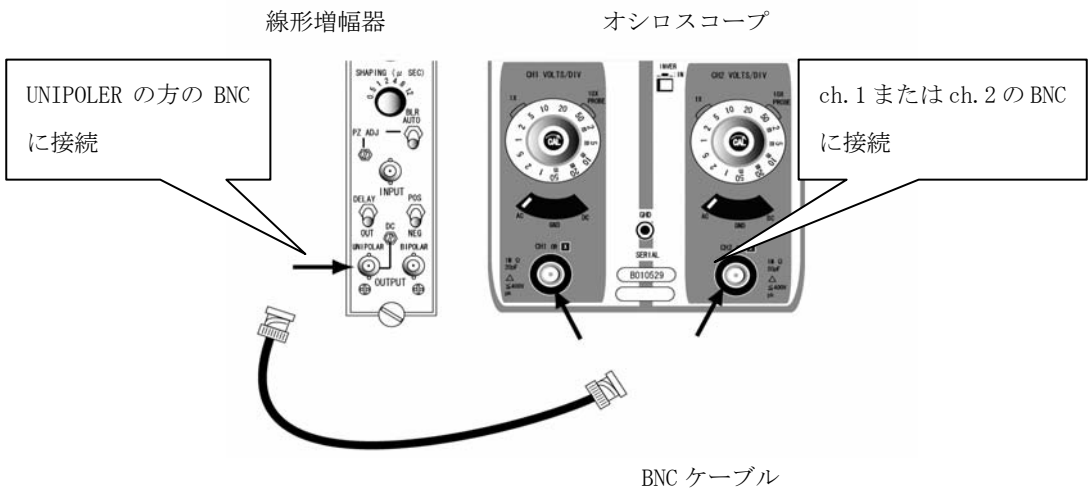
(2) 操作

① オシロスコープのスイッチを ON にする。

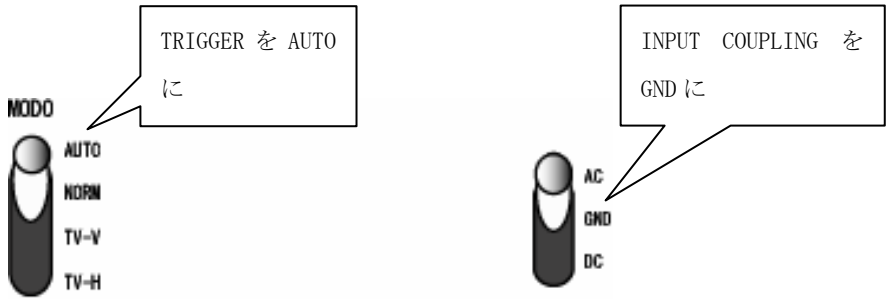
オシロスコープ操作各部概要



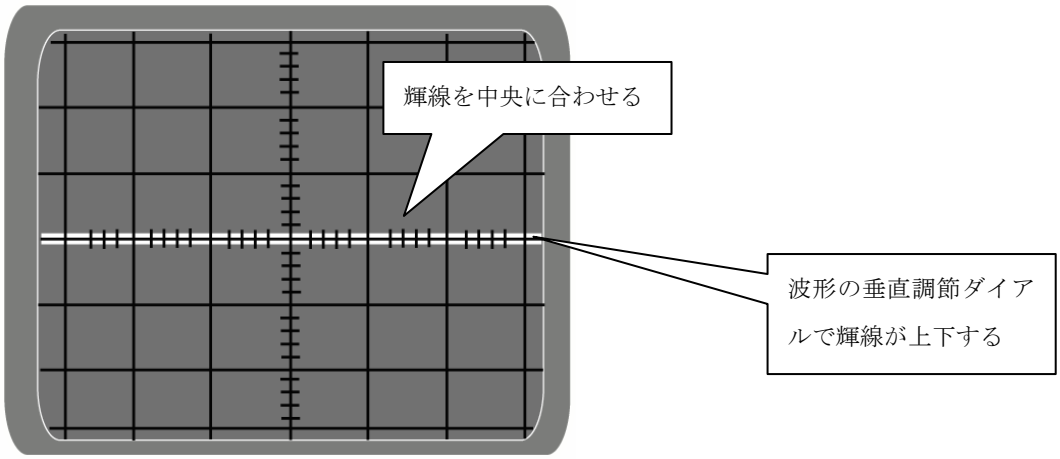
② 線形増幅器の UNIPOLER の BNC コネクタに BNC ケーブルの一端を接続する。
BNC ケーブルの他端をオシロスコープの ch.1 または ch.2 の BNC コネクタに接続する。



③ オシロスコープに INPUT IMPEDANCE があれば、１MΩに合わせる。
④ BNC ケーブルを接続した ch. の TRIGGER MODE を AUTO にする。
⑤ BNC ケーブルを接続した ch. の INPUT COUPLING を GND にする。



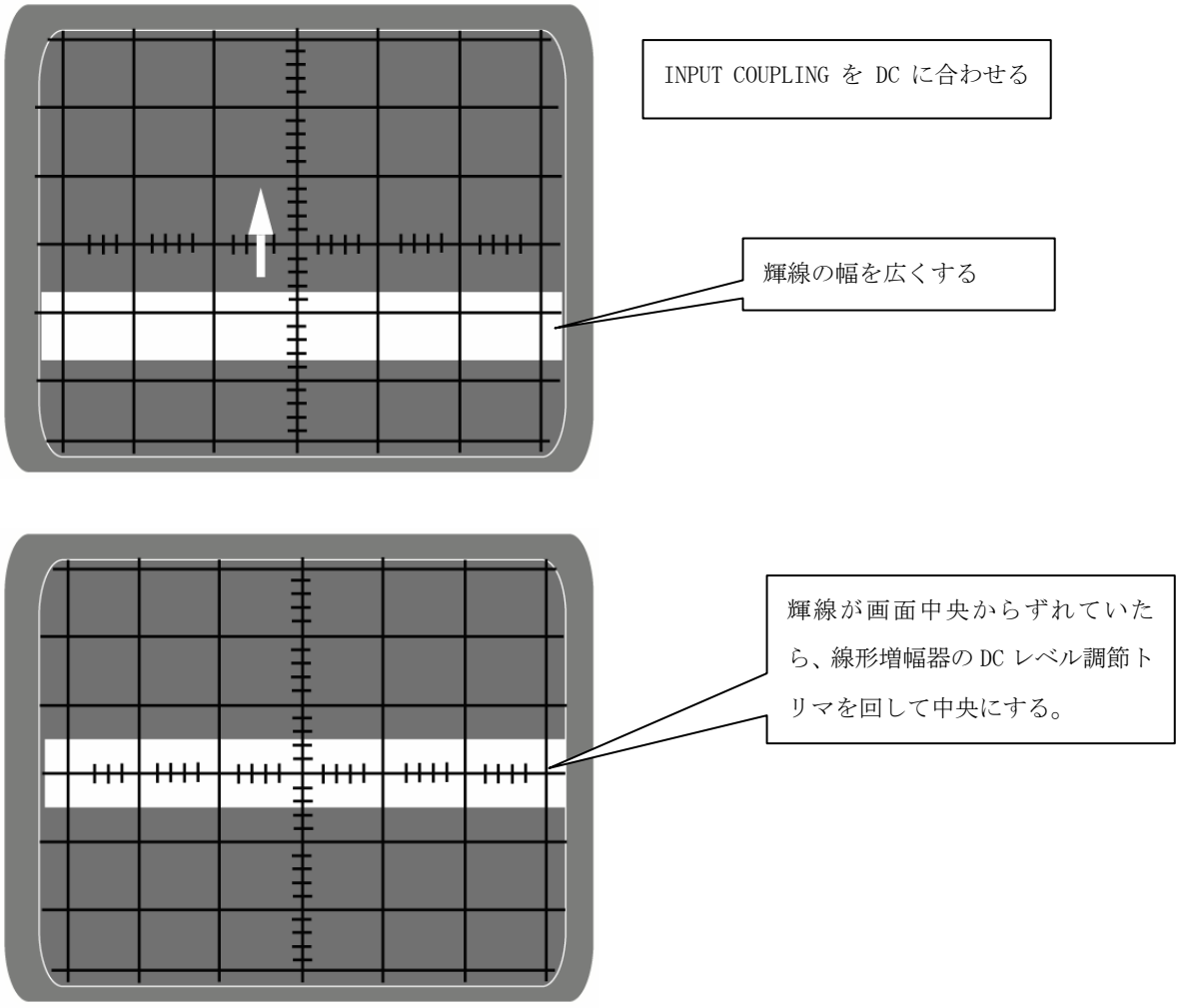
⑥ オシロスコープの CRT 上に水平な輝線が現れる。波形の垂直調節ダイアルで輝線の中央を画面中央の水平グリッド線に合わせる。



⑦ オシロスコープの INPUT COUPLING を DC に合わせ、線形増幅器からの信号をオシロスコープの画面に表示させる。

⑧ オシロスコープの選択した ch.の Volts／Div(縦軸)及び Time／Div(横軸)つまみで画面上の輝線の幅を 2～3cm 程度まで拡大させる。それぞれの目盛が、5mV/div、1ms/div 程度で拡大できる。

⑨ ⑧の状態で、輝線の中央が CRT 中央のグリッド線から外れた場合、精密ドライバーを用いて線形増幅器の DC レベル調節トリマを回転して調節する。ドライバーの回転に合わせて輝線が CRT 上で上下するので、輝線中央を⑥で合わせたグリッド線に合わせる。



⑩ 機器から BNC ケーブルを外し、オシロスコープの電源を切る。

2.2.3 ポールゼロ調整

線形増幅器のポールゼロ調整が不十分な場合、入力パルスの波高分析が不正確になるので、ポールゼロの調整を行う。自動調整機能(オート・ポールゼロ機能)を有する機器では、簡易な操作で調整を行うことができるので、メーカー供給の機器取扱説明書で確認しておく。

2.2.3.1 オート・ポールゼロ機能が無い場合

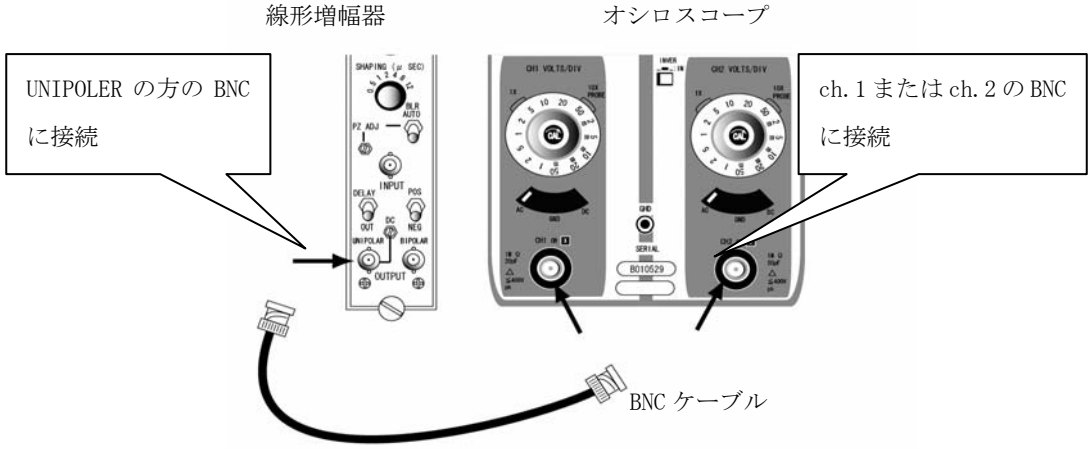
この操作は、ゲルマニウム半導体検出器の調整に習熟した人が実施する。また、この操作を行った場合、続いて 2.2.4 エネルギー校正を必ず実施しなければならない。

(1) 調整に使用する機器・器具等

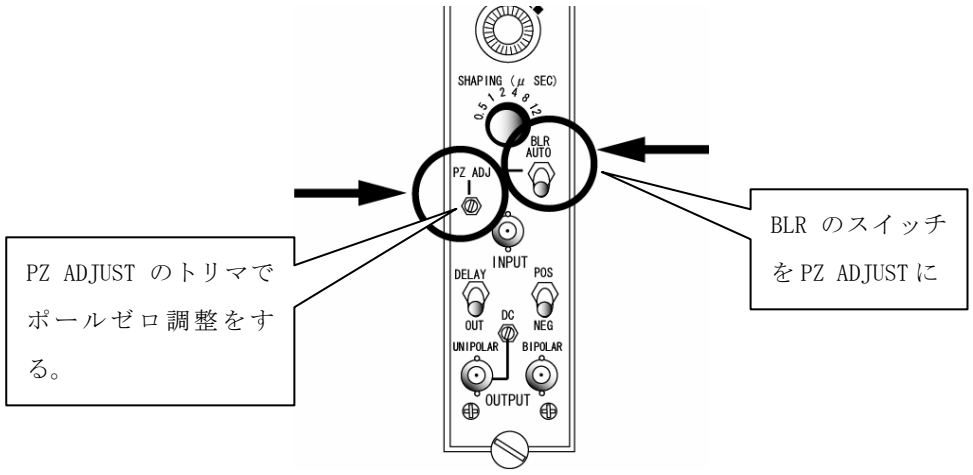
① オシロスコープ
② BNC ケーブル
③ 精密ドライバ
④ 機器取扱説明書
⑤ コバルト 57、セシウム 137、コバルト 60 等の密封線源

(2) 操作

① オシロスコープのスイッチを ON にする。
② 線形増幅器の UNIPOLER の BNC コネクタに BNC ケーブルの一端を接続する。
ADC からの BNC ケーブルがすでに接続されている場合にはこれを外し、接続する。BNC ケーブルの他端をオシロスコープの ch.1 または ch.2 の BNC コネクタに接続する。

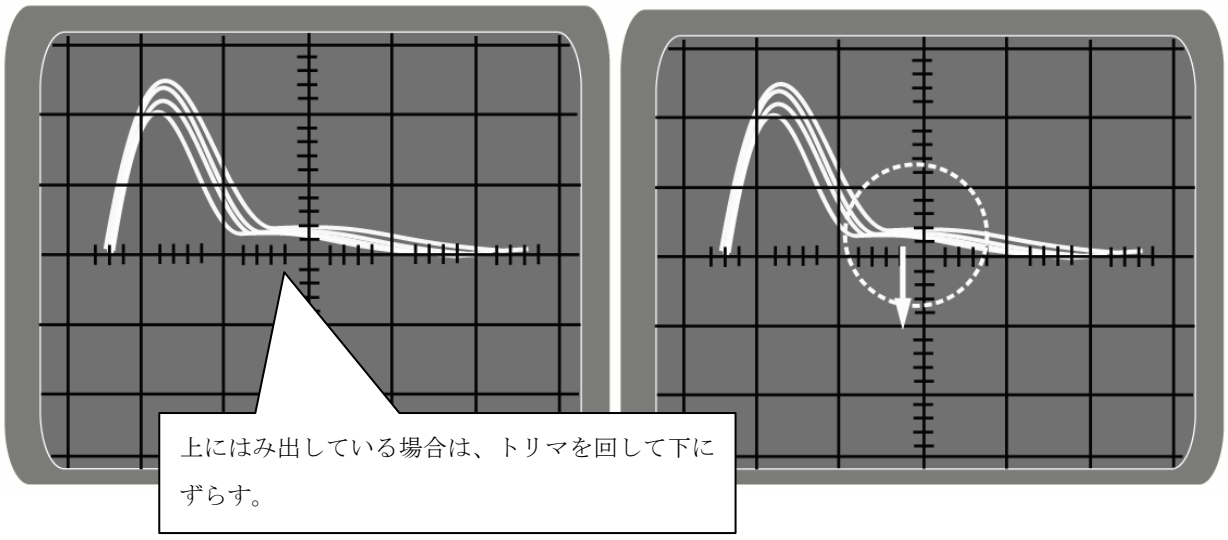


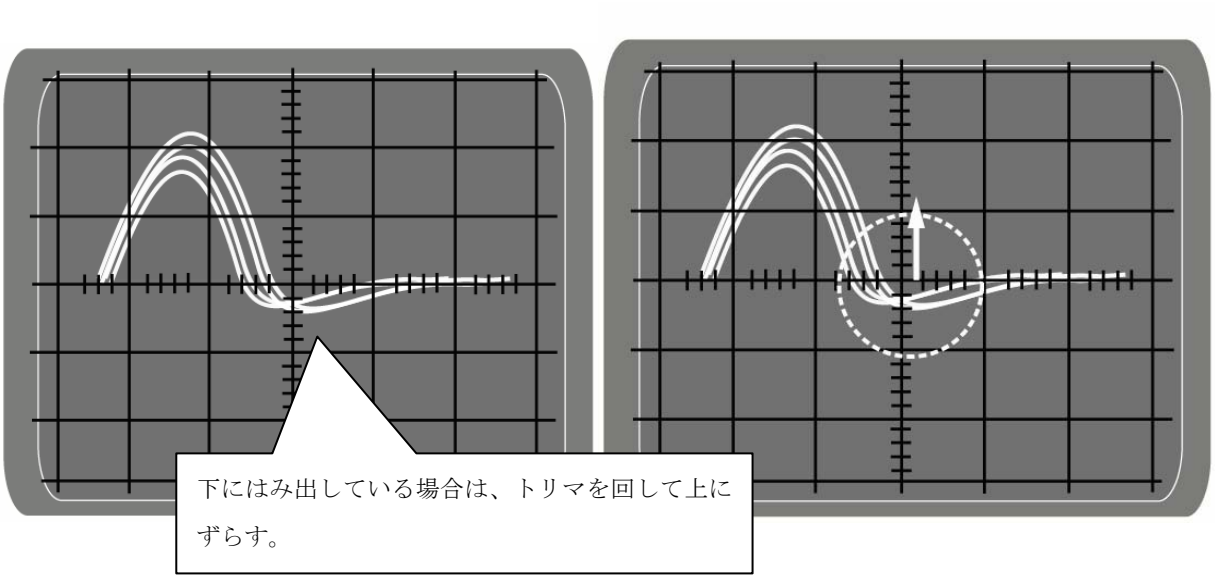
③ 密封線源を測定する。この時 ADC の DEAD TIME が 5%以内になるように線源と検出器の距離を調節する。
④ オシロスコープの INPUT COUPLING を DC に合わせ、線形増幅器からの信号をオシロスコープの画面に表示させる。
⑤ 線形増幅器のベースライン再生回路(BLR)のスイッチがある場合には PZ ADJUST の位置に合わせる。

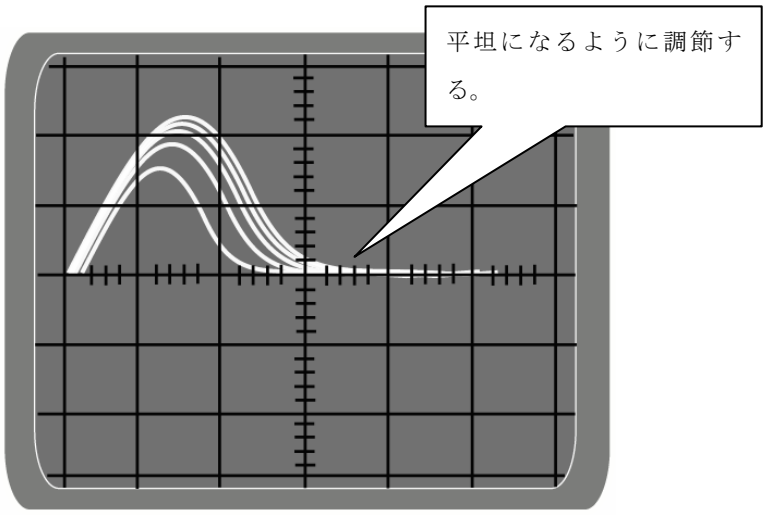


⑥ オシロスコープの選択した ch の Volts／Div(縦軸)及び Time／Div(横軸)つまみで CRT 上の信号幅を拡大させ、大きな凸ピークがオシロスコープの CRT 中央左に位置するように調節する。大体、50mV/div、10μs/div 程度で拡大できる。

⑦ ⑤の凸ピーク右側接地点が平坦でなく、接地点から上・下にはみ出している場合、信号に補償過不足がある状態なので、ポールゼロ調整トリマを精密ドライバで調節する。ドライバの回転に合わせてはみ出している部分が上下するので、平坦になるように調整する。







ピークの半値幅が容易に計算できるシステムであれば、調整の良否が半値幅で判断できる。コバルト 60 密封線源を測定し、その半値幅がゲルマニウム半導体検出器の仕様値または、過去の値に近ければ調整が良好に行われたと考える。

⑧ ⑤で設定したベースライン再生回路(BLR)のスイッチを元の位置に戻す。

⑨ 機器から BNC ケーブルを外し、オシロスコープの電源を切る。

⑩ ②で ADC からの BNC ケーブルを外した場合には元の BNC コネクタに接続する。

2.2.3.2 オート・ポールゼロ機能を有する場合

この操作を行った場合、続いて 2.2.4 エネルギー校正を必ず実施する。

(1) 調整に使用する機器・器具等

① 機器取扱説明書

② コバルト 57、セシウム 137、コバルト 60 等の密封線源

(2) 操作

① 操作はすべて附属する計算機を介して行う。

② 密封線源を検出器で測定し、ADC の Dead Time が 5%以内になるように線源と検出器の距離を調節する。

③ 計算機のプログラム上からオート・ポールゼロの操作(通常、画面上のメニューからオート・ポールゼロのボタンをマウスでクリックするだけである)を行う。

④ 検出器から密封線源を取り出す。

2.2.4 エネルギー校正

マルチチャネルアナライザの通常のゲイン調整では、横軸(チャネル：ch)が 0.5keV/ch に設定されており、4,096ch の全チャネルを 2,048keV のエネルギー範囲に割り当てているので、スペクトル上でピークを探索するのに簡便に設定されている。ここでは、まずゲインの調整を正しく行い、その上で、解析プログラムでエネルギー校正を行う手順について示す。

2.2.4.1 ゲイン調整(ハードウェアによる調整)及びエネルギー校正

この操作は、ゲルマニウム半導体検出器の調整に習熟した人が実施する。

(1) 調整に使用する機器・器具等

① BNC ケーブル
② 精密ドライバ
③ 機器取扱説明書
④ コバルト 57、コバルト 60 等の密封線源

(2) 操作

① ゲインの調整を行う。密封線源を測定し、ADC の Dead Time が 5%以内になるように線源と検出器の距離を調節する。コバルト 57、コバルト 60 等の線源がそれぞれ別々になっている場合は、それぞれの線源を一緒に測定するか測定中に線源を取り換える。ここでは、コバルト 57、コバルト 60 を用いた調整法を示す。

② 密封線源を測定している状態で、2,665ch(1,332.5keV)付近にあるコバルト 60 のピーク中心に波高分析器のカーソルを合わせ、ピークを拡大表示し、現在のピーク中心のチャネル位置を確認する。つぎに、カーソルを 2,665ch に合わせる。増幅器のゲイン微調整ダイアルを少しずつ回すと、回転に応じてピーク中心が左右に移動するので、ピーク中心がカーソルの位置に来るようにダイアルを調整する。ダイヤルを回転させるごとに測定中のデータを消去するとピーク中心の現在位置が確認しやすい。

③ 続いて、244ch (122.1keV) 付近にあるコバルト 57 のピーク中心に波高分析器のカーソルを合わせ、ピークを拡大表示し、現在のピーク中心チャネルを確認する。つぎに、カーソルを 244ch に合わせる。今度は、ADC のベースライン(0 Adjust)のつまみを少しずつ回すと、回転に応じてピーク中心が左右に移動するので、ピーク中心がカーソルの位置に来るようにつまみで調整する。つまみを回転させるごとに測定中のデータを消去するとピーク中心の現在位置が確認しやすい。

④ ③の操作を行うとコバルト 60 のピーク中心がずれるので、②の調整をもう一度行う。

⑤ ④の操作を行うとコバルト 57 のピーク中心がずれるので、③の調整をもう一度行う。

⑥ ④、⑤の操作を 2 本のピークの位置がそれぞれのチャネルに一致するようにくり返し行う。

⑦ コバルト 57、コバルト 60 密封線源を一緒に 10 分程度測定し、スペクトルを保存する。使用する解析プログラムのエネルギー校正手順に従い、エネルギー校正を行い、校正式を保存するとともに、校正式を解析プログラムに登録する。コバルト 57、コバルト 60 では 3 本のピークによる校正だが、全エネルギー範囲にわたる複数のピーク

を用いて校正した方が良い結果が得られる。

2.2.4.2 ゲイン調整(プログラムによる調整)及びエネルギー校正

システム(プログラムを含む)によっては複数核種の標準線源を測定した結果をもとにして自動で校正するものもあるので、機器取扱説明書で確認しておく。ここでは、プログラム上で設定する方法を示す。

(1) 調整に使用する機器・器具等

① 機器取扱説明書

② コバルト 57、コバルト 60 等の密封線源

(2) 操作

① 操作はすべて附属の計算機を介して行う。

② ゲインの調整を行う。密封線源を測定し、ADC の Dead Time が 5%以内になるように線源と検出器の距離を調節する。コバルト 57、コバルト 60 等の線源がそれぞれ別々になっている場合は、それぞれの線源を一緒に測定するか測定中に線源を取り換える。ここでは、コバルト 57、コバルト 60 を用いた調整法を示す。

③ 密封線源を測定している状態で、2,665ch(1,332.5keV)付近にあるコバルト 60 のピーク中心に波高分析器のカーソルを合わせ、ピークを拡大表示し、現在のピーク中心のチャネル位置を確認する。つぎに、カーソルを 2,665ch に合わせる。プログラム上で高エネルギー側の設定値を少しずつ増減すると、それに応じてピーク中心が左右に移動するので、ピーク中心がカーソルの位置に来るように調整する。増減の操作に合わせて測定中のデータを消去するとピーク中心の現在位置が確認しやすい。

④ 続いて、244ch(122.1keV)付近にあるコバルト 57 のピーク中心に波高分析器のカーソルを合わせ、ピークを拡大表示し、現在のピーク中心チャネルを確認する。つぎに、カーソルを 244ch に合わせる。今度は、低エネルギー側の設定値を少しずつ増減すると、それに応じてピーク中心が左右に移動するので、ピーク中心がカーソルの位置に来るように調整する。増減の操作に合わせて測定中のデータを消去するとピーク中心の現在位置が確認しやすい。

⑤ ④の操作を行うとコバルト 60 のピーク中心がずれるので、③の調整をもう一度行う。

⑥ ⑤の操作を行うとコバルト 57 のピーク中心がずれるので、④の調整をもう一度行う。

⑥ ⑤、⑥の操作を 2 本のピーク中心チャネルがそれぞれのエネルギーに一致するようにくり返し行う。

⑦ コバルト 57、コバルト 60 密封線源を一緒に 10 分程度測定し、スペクトルを保存する。使用する解析プログラムのエネルギー校正手順に従い、エネルギー校正を行い、校正式を保存するとともに、校正式を解析プログラムに登録する。コバルト 57、コバルト 60 では 3 本のピークによる校正だが、全エネルギー範囲にわたる複数のピークを用いて校正した方が良い結果が得られる。

2.2.5 ピーク効率の校正

業務で用いている小型の測定容器を使用する場合は、ピーク効率がすでにガンマ線解析プログラムに登録されているので、それをそのまま用いることができる。しかし、ピーク効率が校正されていない測定容器を用いる場合、新たにピーク効率の校正を行う必要がある。

(1) ピーク効率が校正されていない測定容器を用いる場合の効率校正

緊急時には測定容器としてはマリネリ容器が多く用いられる。ここでは、マリネリ容器を例とし、ピーク効率が校正されていない場合の効率校正法について述べる。なお、この方法は、そのまま他の容器についても適用することができる。

ｉ）ヨウ素 131、セシウム 137、カリウム 40 を定量する場合のピーク効率の求め方

緊急時に重要な核種のヨウ素 131 とセシウム 137、さらに自然放射性核種として含まれていることが多いカリウム 40 のピーク効率を求める。

1) 調整に必要とする機器・器具

① 機器取扱説明書

② マリネリ標準線源

2) 操作

① ヨウ素 131、セシウム 137、カリウム 40 を含むマリネリ標準線源を、ピーク面積が 20,000 カウントを超えるまで測定する。次のようにピーク面積を計算してピーク効率を求める。

核種Aのピーク計数率がP(counts/s)でそのガンマ線強度がC(γ/s)の時、核種Aのピーク効率 ε_A は次のように求まる。

$$\varepsilon_A = \frac{P}{C}$$

一般的に相対効率 25%のゲルマニウム半導体検出器を用いた場合、マリネリ容器の形状にもよるがピーク効率はヨウ素 131 の 364keV で 0.012counts/γ、セシウム 137 の 662keV で 0.008counts/γ、K-40 の 1406keV で 0.004counts/γ程度となる。

② I-131、Cs-137、K-40 以外の核種のガンマ線ピークが 200keV 以上のエネルギー領域に認められた場合、この核種のピーク効率は以下のようにしてを求めることができる。ガンマ線のピーク効率曲線は、両対数グラフの横軸にエネルギー、縦軸にピーク効率を取り、プロットするとエネルギーが 200keV 以上ではほぼ直線になる。これを式で表わすと、

$$\varepsilon = a \cdot E^{-b}$$

となる。

ここで、εはピーク効率(counts/γ)、Eは求めるピークのエネルギー(keV)、a､bは定数である。a､bは未知数なので、I-131、Cs-137、K-40のうちの2核種のガンマ線に対するピーク効率(counts/γ)とエネルギー(keV)を代入して定数a､bを求めることができる。定数a､bが分かれば、求めたい核種のガンマ線エネルギーを式に代入すれば、そのピーク効率が求まる。

ⅱ）核種を3つに限定しない場合のピーク効率の求め方

80keVから2MeVの範囲にエネルギーが適当に分散したガンマ線を放出する核種カドミウム109、コバルト57、セリウム139、水銀203、スズ113、ストロンチウム85、セシウム137、イットリウム88、鉄59、コバルト60等を含む標準線源を測定する。この場合のピーク効率の求め方は、ガンマ線スペクトロメトリ解析プログラムの標準機能であるピーク効率作成機能を用いることで作成することができる。作成したピーク効率は、計算機に登録しておくとマリネリ容器試料の解析が容易となる。

2.2.5.1 サム効果の補正について

イットリウム88、コバルト60はサム効果のため測定値は低めの値を示す。ただし、マリネリ容器では通常の測定容器(U-8等)程ではない。

2.2.5.2 自己吸収補正

マリネリ容器の通常の使用方法では、常に一定の高さまで試料を充填して測定する。したがって一種類の形状の標準マリネリ容器を測定することで、次に述べるように試料の線減衰係数の異なる母材に対して自己吸収の補正を行うことができる。

ここで説明する自己吸収の補正方法は、文部科学省放射能測定法シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー(3訂)」に準じており、V-5(大型タッパーウェア容器)等のガンマ線の平行線束が仮定できない容器に対しても有効である。

緊急時に対応するためには、試料による自己吸収が無視できない低エネルギー領域(例、ヨウ素 131：半減期 8.04d、364.48keV)におけるガンマ線ピークを定量するためには、使用する測定容器の自己吸収補正係数をあらかじめ求めておく必要がある。

1) 自己吸収補正式

マリネリ容器は、検出器を囲う形状となっているため、自己吸収の成分は検出器の形状や相対効率にそれほど依存しない。そこで、検出器のピーク効率εは、エネルギーE、幾何学的条件G及び試料の線減衰係数μの関数として、ε(E,G,μ)で表わされ次式のように近似することができる。

$$\varepsilon(E,G,\mu) \fallingdotseq \varepsilon(E,G)\cdot f(\mu) \qquad (1)$$

標準線源をS、測定試料をXなる添字で区別すると、次の2式が成り立つ。

$$\varepsilon_s(E, G_s, \mu_s) \fallingdotseq \varepsilon(E, G_s) \cdot f(\mu_s)$$
$$\varepsilon_x(E, G_x, \mu_x) \fallingdotseq \varepsilon(E, G_x) \cdot f(\mu_x)$$

マリネリ容器を用いた場合は、標準線源と試料とでは一般的に幾何学的条件は同じなのでGs＝Gxとなり、測定試料に対するピーク効率は次式のように表わすことができる。

$$\varepsilon_x(E, \mu_x) = \frac{f(\mu_x)}{f(\mu_s)} \varepsilon_s(E, \mu_s) \qquad (2)$$

ここで実験式として、$f(\mu) \fallingdotseq (1 + a\mu + b\mu^2)^{-1}$ と仮定すると

$$\frac{\varepsilon_x(E, \mu_x)}{\varepsilon_s(E, \mu_s)} = \frac{f(\mu_x)}{f(\mu_s)} = \frac{1 + a\mu_s + b\mu_s^2}{1 + a\mu_x + b\mu_x^2} \qquad (3)$$

となって、右辺はエネルギー及び検出器によらず容器と試料量だけで決まるので、定数a､bは2個の異なるエネルギーに対する効率を用いる連立方程式または、2個以上のエネルギーに対する効率を用いる最小二乗法で決めることができる。

2) 定数の算出

上記の方法を、文部科学省放射能測定法シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー(3訂)」で示されているマリネリ容器について適用した結果を示す｡標準線源として寒天とパーライトを母材とした2Lのマリネリ容器線源を用いた。

添加核種：カドミウム109、コバルト57、セリウム139、クロム51、ストロンチウム85、セシウム137、マンガン54、鉄59、コバルト60

両母材の線減衰係数及びみかけ密度を表2.1に示した。

① 寒天標準線源を測定し、そのピーク効率$\varepsilon_s(E, \mu_s)$を求める。
Eはエネルギー、μ_Sは寒天標準線源の線減衰係数である。

② パーライト標準線源を測定し、そのピーク効率$\varepsilon_x(E, \mu_x)$を求める。
E はエネルギー、μ_Xはパーライト標準線源の線減衰係数である。

③ 前述の(3)式の定数a､bを連立方程式で求める。(最小二乗法でも可)

ここで

$$\frac{\varepsilon_x(E, \mu_x)}{\varepsilon_s(E, \mu_s)} = \varepsilon_R \quad \text{とすると}$$

$$a(\varepsilon_R \mu_x - \mu_s) + b(\varepsilon_R \mu_x^2 - \mu_s^2) = 1 - \varepsilon_R \qquad (4)$$

(4)式から、最小二乗法でマリネリ容器の定数a、bを求めた結果の例を示す。

2.0L用　　a　＝1.71115、　　b＝1.02209

表 2.1　寒天、パーライトの線減衰係数及びみかけ密度

ガンマ線エネルギー (keV)	線減衰係数（パーライト） (cm^{-1})	線減衰係数（寒天） (cm^{-1})
88.03	0.0340	0.169
122.06	0.0289	0.154
165.86	0.0257	0.141
320.08	0.0202	0.113
514.01	0.0167	0.0933
661.66	0.0150	0.0837
834.85	0.0134	0.0752
1099.25	0.0118	0.0658
1173.23	0.0114	0.0637
1291.60	0.0108	0.0606
1332.49	0.0107	0.0597
計算に用いた成分率 (重量%)	Si: 35.29 Al: 8.10 Fe: 0.63 K : 3.32 Na: 2.60 Ca: 0.09 O : 49.22	H:11.2 O:88.8
みかけ密度 (g/cm^3)	0.195	0.977

パーライトの場合、みかけ密度(g/cm^3)は容器への詰め方によって異なる。

光子全断面のデータは

J.h.Hubbell,　NSRDS-NBS29(1969)

E.Strom and H.I.Israel, Nucl.Data Tables,2,(6),(1970)

をもとに計算した。

3) 自己吸収の補正を含むピーク効率の求め方

標準線源を用いて自己吸収の補正を含むピーク効率を算出する。

① 標準線源を測定し、そのピーク効率 $\varepsilon_s(E, \mu_s)$ を求める。

② 次式の μ に標準線源の母材に対する線減衰係数 μ_s 及び試料の線減衰係数 μ_x

を代入して $\dfrac{f(\mu_x)}{f(\mu_s)}$ を求める。

$$\frac{f(\mu_x)}{f(\mu_s)} = \frac{1+a\mu_s+b\mu_s^2}{1+a\mu_x+b\mu_x^2} = F(\mu_s, \mu_x)$$

なお、a､b は(3)式または(4)式で求められた定数である。

③ 次式より試料のピーク効率と $\varepsilon_x(E, \mu_x)$ が計算される。

$$\varepsilon_x(E, \mu_x) = F(\mu_s, \mu_x) \cdot \varepsilon_s(E, \mu_s)$$

2.3 試料の測定

2.1 で調製した測定試料を下記の手順でゲルマニウム半導体検出器を用いて測定する。

2.3.1 試料の取り扱いに関する注意事項

(1) 測定を終えた試料と未だ測定を行っていない試料の置き場所を明確にする。

(2) 測定担当者は、生試料に直接触れないよう注意する。

(3) 測定室内及び測定器周辺を汚染しないよう十分に注意する。

(4) 登録しているピーク効率の関係で、測定器毎に測定可能な測定容器が限定されている場合、測定可能な測定容器を明確にしておく。

2.3.2 測定の記録

測定に関し、記録すべき測定情報を下記に示す。このため、これらを記録できるノート等を準備する。

① 測　定　番　号：測定器に依存する番号
② 測 定 開 始 日 時：測定を開始した日時(日時分までを記録)
③ 測 定 終 了 日 時：測定が終了した日時
　　プリセットタイムをセットして、測定を自動終了した場合は不要
④ 測　定　時　間：測定を行った時間(秒)
　　通常、ライブタイムで記録する
⑤ 測 定 担 当 者 名：測定を行った担当者
⑥ 測　定　試　料：測定をした試料名及び試料番号
⑦ 備　　考：測定するに当たって気づいた点等を記録

2.3.3 試料の測定

(1) ピーク効率を決めるために標準線源を用いて測定した時と同じように、ゲルマニウム半導体検出器の検出部の位置関係を同一にして試料を測定する必要がある。専用の位置決め治具等がある場合はそれを用いて測定を行う。マリネリ容器の測定で、治具が無い場合は、検出部との位置関係が常に一定になるように遮へい体やマリネリ容器に印をつけるなどの工夫をする。

(2) 測定試料を測定室に持ち込む前に、容器をさらにポリエチレン袋に入れ、外袋が 2 重の状態で測定を行う。マリネリ容器に被せた外袋内の空気が十分抜けきれていない場合、ゲルマニウム半導体検出器へ測定試料を設置したとき、閉じ込められた空気の圧でクライオスタットに負荷がかかってしまう。測定試料を検出器に設置したときの負荷の有無はデュワーの液体窒素補給用重量計で確認できるので、再度外袋を開き、十分空気を抜く。

(3) サンプルチェンジャを用いた試料の測定で、外袋を用いない場合は、検出器等への汚染に十分注意する。

(4) 測定試料をゲルマニウム半導体検出器に設置する。測定番号、試料名、試料番号、測定試料量、試料高さ、測定容器の種類等を記録する。

(5) MCA(マルチチャネルアナライザ)のメモリに、前回測定した測定データが残っている

場合は、保存済であることを確認してからこれを消去する。

(6) 測定を開始する。MCA 画面上の測定開始時刻が実際の時刻と一致していること、測定時間(LiveTime あるいは Real Time)が積算を始めたことを確認する。測定時間をあらかじめ設定する場合は、測定開始前にプリセットタイムを設定しておく。測定時間は、場合によって異なるが、おおよそ 10 分～1 時間程度を目安とする。

(7) MCA ディスプレー上で、スペクトルが測定されていることを確認する。また、数 10keV 以下の低エネルギー領域にノイズ等による高計数率の幅広い山ができていないことを確認する。また、短時間のうちに確認可能なピークが形成された場合、可能な限りこのピークについて核種の同定を行い、人工放射性核種であった場合には、試料調製時の相互汚染を警告するために前処理担当者へ連絡する。

(8) 数分間の測定後、Dead Time を確認し、記録する。

(9) 測定中は、カリウム 40 等の観察しやすいピークについて時間間隔をあけて何回かスペクトルを観察し、ピークのドリフト(ずれ)等が無いことを確認する。

(10) 所定の測定時間に達したら、測定器の測定停止ボタンを押し、測定を終了させる。あらかじめ、プリセットタイムを設定した場合は設定時間で測定が終了したかを確認する。測定を終了させた時刻とともに測定時間(LiveTime)を記録し、測定データを計算機に保存する。保存直後に、再度データを計算機から読み込むと、正しくデータが保存されたことが確認できる。データの保存時には測定番号の付け間違いに注意する。

(11) 遮へい体の扉を開けて、測定試料が検出器に設置した状態が維持されていることを確認する。

(12) 検出器から取り出した測定試料を、記録と照合し、確認する。

(13) 測定が終了した測定試料については、冷蔵庫等の測定終了試料の保管場所に速やかに移し、まだ測定していない測定試料と混同しないよう注意する。

(14) 放射能濃度の高い試料を測定した場合、バックグラウンドを測定し、汚染のチェックをした方がよい。測定時間は、試料と同程度で十分である。

第 3 章　緊急時用マスター核データライブラリの作成

緊急時に必要となる解析対象核種を「緊急時用マスター核データライブラリ」として作成する。「緊急時用マスター核データライブラリ」を作成するためには、最初に、信頼できる核データ集を入手し、これから緊急時を対象とした核種について核データを抽出し、「核データライブラリ」を作成する。この「核データライブラリ」に緊急時の状況に対応した核種を検索・抽出するための検索情報を追加して「緊急時用マスター核データライブラリ」とした。実試料の解析には、この「緊急時用マスター核データライブラリ」から緊急時に対応する核種を検索・抽出した「解析用核データファイル」を作成し（第 4 章に記載）、解析を行う（第 5 章に記載）ことになる。図 3.1 に、本法における「解析用核データファイル」作成までの作業と、作成した「解析用核データファイル」を用いた試料スペクトル解析までの一連の流れを、関連する核データのライブラリ及びファイル類を中心に示した。

3.1 核データライブラリ作成の手順

3.1.1 核データライブラリ作成について

核データ集を信頼できる１つに特定し、その核データ集から選定したすべての核種のデータを抽出し、核データライブラリを作成する。

最近では、核データ集が電子ファイルとして作成されるようになってきた。このような核データ集を選定した場合には、データの抽出・再構成が容易なので、少ない労力で核データライブラリを作成することが可能である。

3.1.2 核データライブラリの作成

ここでは、基本となる核データ集を ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File)とし、核種のデータを取得し、核データライブラリを作成する方法を示す。

(1) 基本とする核データ集の取得

ENSDF は、電子ファイルとして作成された核データ集で、この ENSDF を管理している NNDC (National Nuclear Data Center) から著作権なしでその使用についての自由を認められている。ENSDF の電子ファイルは NNDC からインターネット経由で取得することができる。通常、NNDC が設けているインターネットサーバーからインターネット経由でダウンロードして取得するが、サーバーのアドレスとサーバーへの接続時に必要となるログイン情報について、あらかじめ NNDC にホームページ（www.nndc.bnl.gov）に電子メール等で問い合わせておく必要がある。

ダウンロードするファイル名は問い合わせ時に教えてもらえるが、通常、接続したサーバーに下記のようなファイルがあるので、これを取得する。ここでは、2001 年 8 月の時点で配布されていたファイル名を示した。

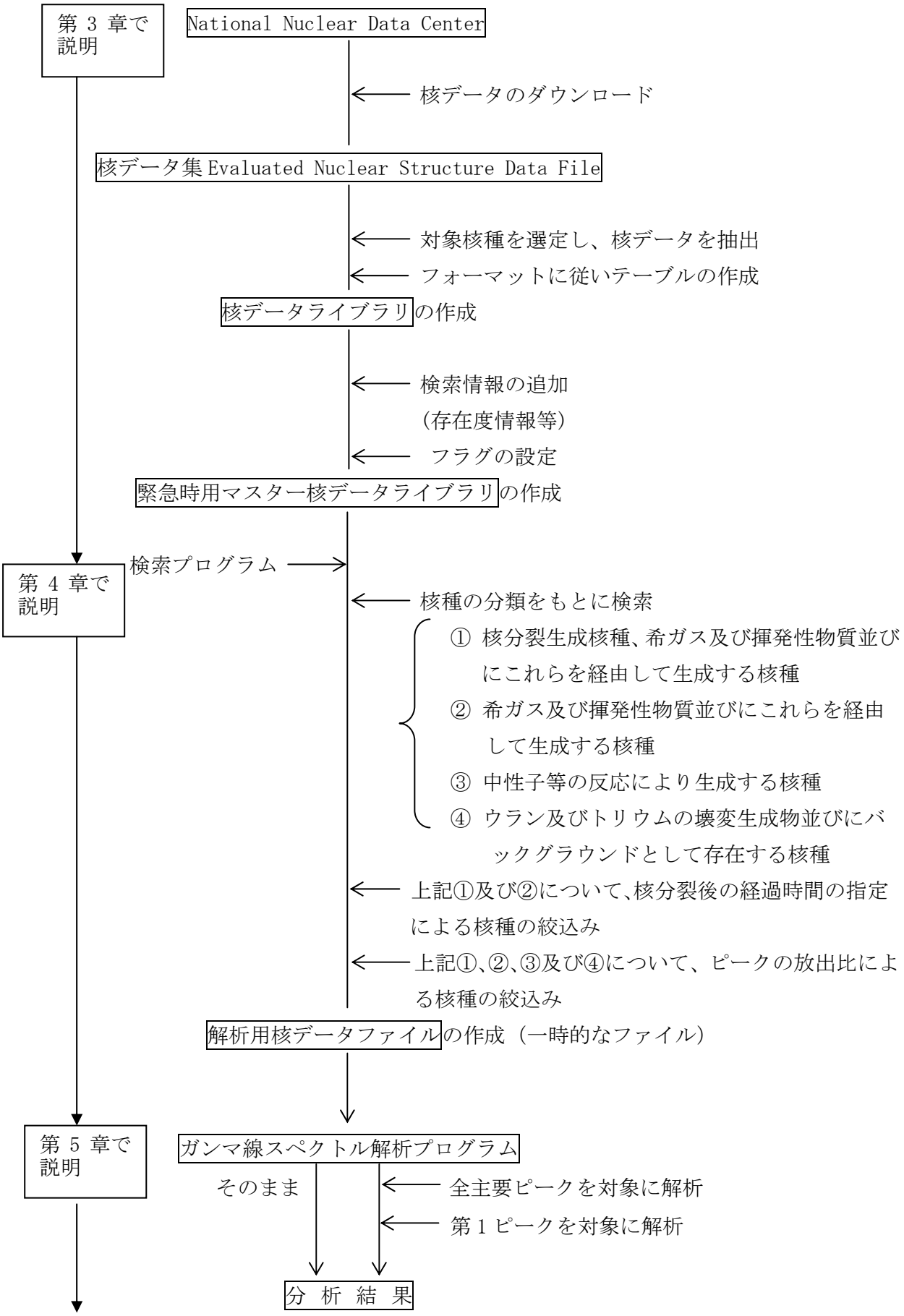


図 3.1　ガンマ線スペクトル解析までの核データのライブラリとファイルの関係

2001 年 8 月の時点において配布された ENSDF ファイル

（ファイルは質量数ごとに複数のファイルにまとめられている。）

ENSDF_0103_070.ZIP （質量数～70 までの核データが納められている）

ENSDF_0103_130.ZIP （質量数 71～130 までの核データが納められている）

ENSDF_0103_180.ZIP （質量数 131～180 までの核データが納められている）

ENSDF_0103_293.ZIP （質量数 181～293 までの核データが納められている）

上記ファイルは、複数の質量数ごとのファイルを ZIP というファイル圧縮形式で 1 つのファイルとしてまとめたものである。この ZIP 形式に対応した展開（解凍）プログラムを用いることにより圧縮を解いて使用することができる。

例えば、ENSDF_0103_293.ZIP を展開（解凍）すると ensdf.181, ensdf.182・・・というファイルができるので、質量数 181 の核種については ensdf.181 のファイルを参照することになる。

(2) 緊急時に対応した核種の選定及び分類

核データライブラリに登録する核種は、「核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種」、「中性子等による反応で生成する核種」、「ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種」を選定する。

なお、核種の選定に当たっては、「発電用軽水型原子炉施設における放射性物質の測定に関する指針」（原子力安全委員会　平成 13 年 3 月改訂）、「六ヶ所村再処理施設周辺の環境放射線モニタリング計画について」（原子力安全委員会　平成 15 年）及び文部科学省放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(3 訂)」等を参考とした。

また、選定した核種である「核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種」のうち、周辺環境に異常に放出され、広域に影響を与える可能性の高い放射性物質として「希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種」が考えられるので、これらを別に分類することが妥当である。4 つの分類を以下に示す。

① 核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

② 希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

③ 中性子等による反応で生成する核種

④ ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種

また、上記①、②、③及び④の核種の一覧を表 3.11、3.2、3.3 及び 3.4 に示す。

表 3.1 核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

Ge- 77	Zr- 95	Cd-117	Te-133m	La-142
As- 78	Nb- 95	Cd-117m	Xe-133m	Ce-143
Br- 84	Nb- 97	Sn-125	I -134	Ce-144
Kr- 85m	Nb- 97m	Sb-127	Te-134	Pr-144
Kr- 87	Zr- 97	Sb-128	I -135	Pr-145
Kr- 88	Mo- 99	Sb-129	Xe-135	Nd-147
Rb- 88	Tc- 99m	Te-129	Xe-135m	Nd-149
Y - 90m	Ru-103	Sb-130A	Cs-137	Pm-149
Sr- 91	Rh-105	I -131	Cs-138	Pm-151
Y - 91	Rh-105m	Sb-131	Ba-139	Sm-153
Y - 91m	Ru-105	Te-131m	Ba-140	Eu-156
Sr- 92	Rh-106	I -132	La-140	Eu-157
Y - 92	Ag-113	Te-132	Ce-141	
Y - 93	In-115m	I -133	La-141	

表 3.2 希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

Br- 84	Y - 91	Nb- 95	Xe-135m	Ce-141
Kr- 85m	Y - 91m	I -131	Cs-137	La-141
Kr- 87	Sr- 92	I -132	Cs-138	La-142
Kr- 88	Y - 92	I -133	Ba-139	Ce-144
Rb- 88	Y - 93	I -134	Ba-140	Pr-144
Sr- 91	Zr- 95	I -135	La-140	Pr-145

表 3.3 中性子等による反応で生成する核種

Na- 22	Co- 58	Y - 88	Cs-134	Au-198
Na- 24	Fe- 59	Ag-108m	Cs-136	Hg-203
Ar- 41	Co- 60	Ag-110m	Ce-139	U -237
Sc- 46	Zn- 63	Sn-113	Eu-152	Np-239
Cr- 51	Ni- 65	In-114m	Eu-154	Am-241
Mn- 54	Zn- 65	Cd-115	Hf-181	
Mn- 56	Se- 75	Sb-124	Ta-182	
Co- 56	As- 76	Sb-125	W -187	
Co- 57	Br- 82	Ba-133	Ir-192	

表 3.4 ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種

Be- 7	Bi-207	Pb-212	Th-227	U -235
K - 40	Tl-208	Bi-214	Ac-228	
As- 74	Pb-210	Pb-214	Th-228	
Ga- 74	Po-210	Rn-219	Pa-231	
Ge- 75	Bi-211	Ra-223	Th-231	
Ge- 75m	Pb-211	Ra-224	Pa-234m	
Tl-206	Bi-212	Ra-226	Th-234	

(3) 核データ集からの核種ごとの核データの抽出

ENSDF から個々の核種のデータを抽出するには、NNDC のホームページで配布されている、ENSDF のためのプログラムである RADLST を用いるのが簡便である。RADLST は、目的核種の核データを別のテキストファイルとして抽出する。ここでは、RADLST を用いて、展開（解凍）した質量数ごとの ENSDF から、表 3.1、3.2、3.3 及び 3.4 に示す核種について一つ一つ RADLST で処理を行う。得られた核種ごとのファイルから、テキストエディタやワードプロセッサ等のテキストファイルを扱えるプログラムを用いて必要なデータ(半減期、放出比、エネルギー等)を抽出し、表 3.5 に示す基本フォーマットに従いテーブルを作成する。作成した核種ごとのテーブルを一つのファイルにまとめ、核データライブラリとする。なお、2001 年 8 月の時点で入手した ENSDF から作成した核データライブラリの例を付録 3 に示す。

表 3.5　核データライブラリの基本フォーマット

項目名	データ型	備考
質量数	整数	質量数の値
元素記号	文字列	元素記号
核種名	文字列	核種名
半減期	実数	半減期の値
半減期誤差	実数	半減期誤差の値
半減期（単位）	文字列	半減期の単位　（Y:年，D:日，H:時間，M:分，S:秒）
エネルギー	実数	ピークエネルギー　（単位は keV）
エネルギー誤差	実数	ピークエネルギーの誤差　（単位は keV）
放出比	実数	放出比（単位は%）
放出比誤差	実数	放出比誤差（単位は%）

表中の「データ型」は、各項目の情報が文字あるいは数字であることを意味する。

3.1.3 緊急時用マスター核データライブラリの作成

検索・抽出の作業は、計算機による実行を考慮しているため、条件項目を合・否で判断できる内容とし、合を整数の 1、否を整数の 0 等で表し（この 0 または 1 の識別情報を以下、フラグと呼ぶ）、これを「核データライブラリ」に追加する検索情報とする。基本フォーマットに基づく核データライブラリに検索情報をフラグとして設定した例を表 3.6 に示す。表中の「項目名」は、そのデータが意味するものを示しており、また、「データ型」は入力されているデータの型式（文字で入力してあるか、数字で入力してあるか等）を示している。事故からの経過時間における核種の存在度においては、存在している可能性がある場合を 1、存在している可能性が少ない場合を 0 として、経過時間ごとにフラグで示す。存在度については、その詳しい説明と核種ごとの表を資料 1 に示す。

表 3.6　フラグの設定

項目名	データ型	備考
質量数	整数	質量数の値
元素記号	文字列	元素記号
核種名	文字列	核種名
半減期	実数	半減期の値
半減期誤差	実数	半減期誤差の値
半減期（単位）	文字列	半減期の単位　（Y:年，D:日，H:時間，M:分，S:秒）
エネルギー	実数	エネルギー　（単位は keV）
エネルギー誤差	実数	エネルギーの誤差　（単位は keV）
放出比	実数	放出比　（単位は%）
放出比誤差	実数	放出比誤差　（単位は%）
核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種	整数	0:否，1:核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種（表 3.1-1 より）
希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種	整数	0:否，1: 希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種（表 3.1-2 より）
中性子等の反応により生成する核種	整数	0:否，1:中性子等の反応により生成する核種（表 3.1-3 より）
ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種	整数	0:否，1:ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種（表 3.1-4 より）
事故 5 時間後	整数	0:否，1:×，2:○（資料表 1.1 より）
事故 10 時間後	整数	0:否，1:×，2:○（資料表 1.1 より）
事故 1 日後	整数	0:否，1:×，2:○（資料表 1.1 より）
事故 3 日後	整数	0:否，1:×，2:○（資料表 1.1 より）
事故 5 日後	整数	0:否，1:×，2:○（資料表 1.1 より）
事故 10 日後	整数	0:否，1:×，2:○（資料表 1.1 より）
事故 30 日後	整数	0:否，1:×，2:○（資料表 1.1 より）

※：核データについて、解析プログラムが誤差も考慮して解析を行う場合は誤差の項目が必要となる。また、データ型も文字列に変更しないと小数点以下末尾の「0」が失われる場合がある。

第 4 章　解析用核データファイルの作成

第 3 章で作成した、緊急時用マスター核データライブラリから、事故時情報をもとに緊急時の状況に応じた核種とピークを検索・抽出し、対象となる核種とピークを絞り込み、解析用核データファイルを作成する。ここでは、検索・抽出を行う方法として検索プログラムを用いる方法について示す。

4.1 検索プログラム

4.1.1 検索プログラムに必要な機能

検索プログラムは、緊急時用マスター核データライブラリから必要とする核種情報（核種名、半減期、エネルギー、放出比等）を下記に示す検索項目の情報に基づき、検索・抽出し、解析用核データファイルを自動で作成するプログラムである。

検索を行うために必要となる基本的な検索項目について示す。

a)核種の分類

① 核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

② 希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

③ 中性子等の反応で生成する核種

④ ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種

b)核分裂後の経過時間

c)ピークの放出比

4.2 検索プログラム例とその使用方法

ここでは、例として図 4.1 のような検索プログラムとその使用方法について説明する。

(1) 核種の分類の指定

原子力施設等からの情報をもとに、放出される核種、あるいはそのおそれのある核種について、下記に示す検索条件を設定し、それぞれの核種の分類に従い指定する。

・核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種を含めるか否か

・希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種を含めるか否か

・中性子等の反応で生成する核種を含めるか否か

・ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種を含めるか否か

また、ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種は、試料中にバックグラウンドとして含まれている核種なので、試料測定時には一緒に計測される。そのため、ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種の項目は通常選択しておく。

(2) 核分裂後の経過時間の指定

核種の分類で示した①核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種及び②希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種については、短半減期核種が多く含まれるため、核分裂後の経過時間を指定することにより核種を絞り込むことができる。核分裂後の経過時間として指定できる条件を、5時間、10時間、1日、3日、5日、10日、30日とした。

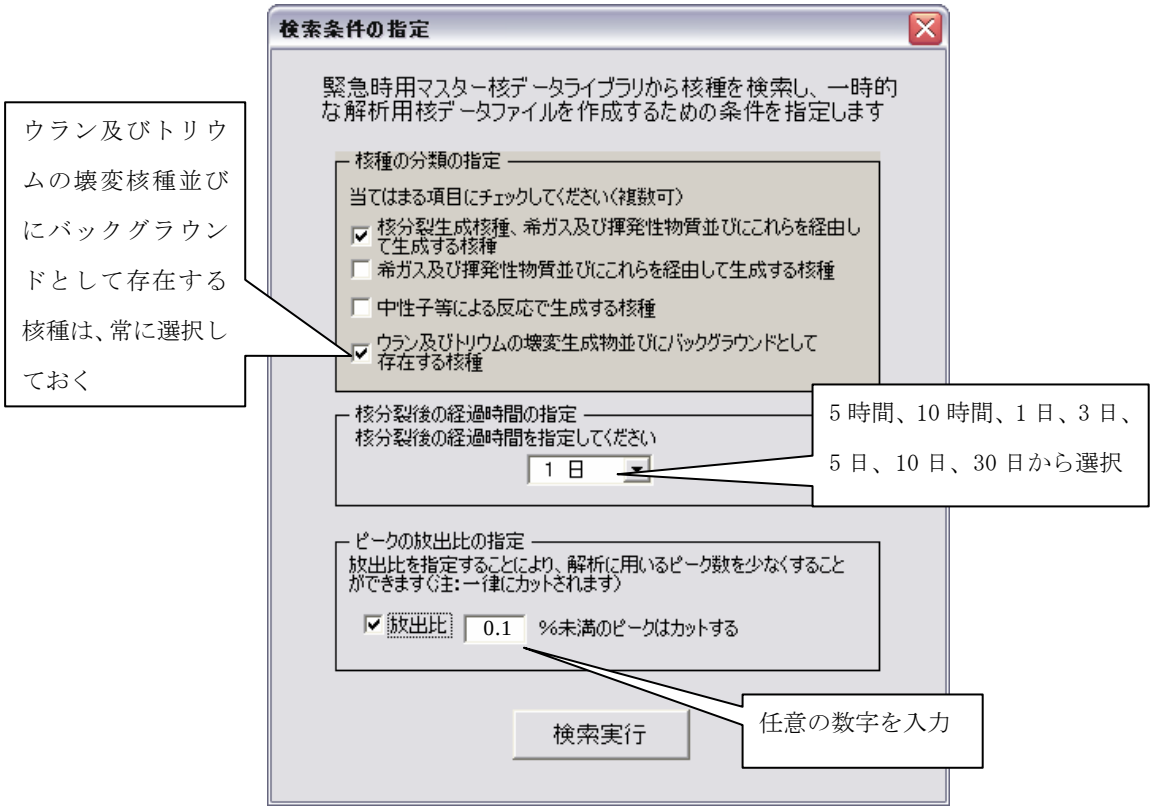
なお、30日以上を経過した場合は、30日を指定することとする。

(3) ピークの放出比の指定

必要に応じて、ピークの放出比を任意に指定し、指定した放出比未満のピークを削除することで、ピーク数を絞り込むことができる。

(4) 検索の実行

検索条件の指定後、検索の実行を行うと、検索プログラムが検索条件である「核種の分類の指定」、「核分裂後の経過時間の指定」及び「ピークの放出比の指定」に従い、緊急時用マスター核データライブラリからガンマ線ピークを検索・抽出し、一時的な解析用核データファイルを自動的に作成する。



図．4.1　検索条件の指定画面例

(5) 解析結果

原子力施設等からの情報が十分でない場合は、核種の分類の指定、核分裂後の経過時間の指定及びピークの放出比の指定の組み合わせを適宜変えて解析結果を得る必要がある。

また、解析結果については十分に確認する必要がある。

第 5 章　ガンマ線スペクトル解析プログラム

5.1 緊急時にガンマ線スペクトル解析プログラムが取り扱う核データ数について

第 3 章で作成した、緊急時用マスター核データライブラリに登録してある核種数及びピーク数は、平常時の環境放射線モニタリングのための解析法に比べて数倍に増えている。そのため、ガンマ線スペクトル解析プログラムは緊急時用マスター核データライブラリに登録してある核種の総数及びピークの総数を考慮して登録及び解析可能な核種数、ピーク数に対応している必要がある。

5.2 スペクトル解析

スペクトル解析では、測定して得られたスペクトルデータについてピークサーチ、核種の同定及び放射能濃度の定量を行うが、緊急時には、解析対象核種についてその全主要ピークを対象に検出する機能の他に、第 1 ピークのみの検出も行える機能を有することが必要である（5.2.7 参照）。ここでは、文部科学省放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」平成 4 年(3 訂)に基づき、緊急時におけるガンマ線スペクトル解析手法に必要な機能について概要を述べる。詳しくは、同マニュアルを参照されたい。

5.2.1 ピークサーチ

ピーク領域の設定等のため、0～4000 チャネルまでのスペクトル中のピークをピークサーチし、FWHM（full width at half maximum：ピークの半分の高さにおける幅）と、チャネルとエネルギーの関係式を作成する機能が必要である。以下にその計算処理手順の概要を示すとともに、各計算処理の内容を示す。

(1) 計算処理手順の一例

① 過去の測定データ等から仮の FWHM を得て、ガウス型平滑化 2 次微分フィルタを作る（可能であればピークの FWHM、計数値、近接ピーク等に応じてフィルタの幅等を変化させる。低エネルギー及び高エネルギーのピーク、複合ピークに対応できるピークサーチが可能となる。）

② スペクトルデータに対して平滑化 2 次微分を実施し、その計数誤差と比較して、ピークの検出・不検出を判断しながらピークサーチする。

検出されたピークの中心チャネルを、平滑化 2 次微分されたスペクトルについて 3 点計数値法または 1 次微係数ゼロクロス法で計算し、④の操作のためにピーク中心の初期値を得る。

③ 検出されたピークの中から、その近傍(FWHM の 3 倍以内)に他のピークが無いピークを、FWHM 及びチャネルとエネルギーの関係式を作成するためにピックアップする。

バックグラウンド等、人工核種で有意なピークが認められない場合は、Pb－Kα X 線(すぐ隣に別の X 線ピークがあるが利用できる)、鉛 214、タリウム 206、ビスマス 214、カリウム 40 等のガンマ線ピークが考えられる。

④ ピックアップされたピークを「1 次式＋ガウス関数」で関数適合する。得られたピーク中心とピークの幅及び（面積とそれらの）誤差をリストアップする。

⑤ FWHM を

$$a+b\times\sqrt{\text{チャネル}}$$

に関数適合させ、χ^2検定する。

ここで、

a)陽電子消滅放射線（511.0keV）及びシングルエスケープピークは上式に従わないのでチャネルーエネルギーの式の作成にのみ使用する。

b)χ^2を調べ、設定した信頼区間内に入っていなかったなら、下式の値が大きい順に、ピークを一つずつ除外して関数適合とχ^2検定をやり直す。

$$\frac{\left|\ FWHM_i-FWHM(E_i)\ \right|}{\sqrt{\Delta_i^{\,2}+\Delta(E_i)^2}}$$

$FWHM_i$　：各ピークの半値幅

$FWHM(E_i)$：半値幅－エネルギーの式から求めた半値幅

Δi　：各ピークの半値幅の誤差

$\Delta(E_i)$　：半値幅－エネルギー式の誤差

⑥ 丁寧に計算しようとするならば、⑤の結果が①で使用した FWHM と統計変動以上の違いがあった時は修正し、①へ戻り、フィルタの作成からやり直す。

(2) ピークサーチ用のガウス型平滑化 2 次微分フィルタの作成

① スペクトルの FWHM の 1～2 倍の幅“W”を持つガウス関数を、2 回微分し、数値フィルタを作る。

$$F(X)=\exp\left\{-\ \frac{2.773}{W^2}\ (X-P)^2\right\}$$

P：ピーク中心

X－P＝j　と置き換えた後、j について 2 回微分すると、求める数値フィルタは

$$F''(j)=-\left\{\frac{5.546}{W^2}\left(1-\ \frac{5.546\ j^{\,2}}{W^{\,2}}\right)\exp\left(-\ \frac{5.546\ j^{\,2}}{2\cdot W^{\,2}}\right)\right\}$$

となる。

② j を－3×W から 3×W まで 1 ずつ変えながら、F″(j)を求め、ガウス型平滑化 2 次微分フィルタとする。j の範囲はこの程度で十分であり、これ以上は、F″(j)が小さくなるので不要である。

(3) 平滑化 2 次微分とその計数誤差の計算

5.2.1(2)で求めたガウス型平滑化 2 次微分フィルタを用い、平滑化 2 次微分値とその計数誤差を求める。

平滑化 2 次微分値は次式で求まる。

$$N''(i)=\sum_{j=-k}^{k}F''(j)\cdot N(i+j)$$

N (i＋j)　：(i＋j)チャネルの計数値
F″(j)　　：ガウス型平滑化 2 次微分フィルタ
k　　：3×W

また、N″ (i) の計数誤差は次式で求まる。

$$\sigma''(i)=\sqrt{\sum_{j=-k}^{k}F''(j)^2\cdot N\ (i+j)}$$

(4) ピークの判定

0～4000 チャネルまでの全てのチャネルの計数値について、平滑化 2 次微分とその誤差を計算し、一組にしてチャネル順に並べる。同じチャネルの平滑化 2 次微分とその誤差を比較し、2 次微分値×(－1)がその誤差の 2～3 倍より大きい所を探し、ピークとする。

① ピークであるとの判定基準については、あまり敏感過ぎるとピークでないものを拾うので、平滑化 2 次微分が変動係数の 2～3 倍以上となった部分をピークの候補とするのが妥当である。

$$N''(i)\leqq -2.5\times\sigma''(i)$$

② 小さなピークも出来るだけ見落とさないようピークサーチするためには、上式の「－2．5」を正にならない範囲で大きくすればよいが、放射能によるものではなくて単に計数値の統計変動に起因するピークの数が増えて来る。ピークサーチされたピークが放射能が放射能の存在を表しているか否かは、そのピークの面積計算、核種同定を行って判断する。

(5) ピーク中心チャネルの計算

ピークサーチで検出されたピークの中心チャネルを求める。

以下の 2 つの計算法は関数適合の初期値を求める際、あるいは手計算する時に用いる。

① 三点計数値法でピーク中心チャネルを求める。

ピークのうち、もっとも計数値の高いチャネルをh、その計数をN_h、h－1 チャネル及びh＋1 チャネルの計数値をそれぞれN_{h-1}、N_{h+1}とする。

ピーク中心付近を放物線で近似すると、ピーク中心チャネルPは、

$$P=h+\frac{1}{2}\left\{\frac{N_{h+1}-N_{h-1}}{2N_h-N_{h-1}-N_{h+1}}\right\}$$

その誤差、

$$\pm\frac{1}{2}\sqrt{\frac{(\sigma_{h+1})^2+(\sigma_{h-1})^2}{B^2}+\frac{A^2\left\{(2\sigma_h)^2+(\sigma_{h+1})^2+(\sigma_{h-1})^2\right\}}{B^4}}$$

σ_h、σ_{h-1}、σ_{h+1} ： N_h、N_{h-1}、N_{h+1}

A ： $N_{h+1}-N_{h-1}$

B ： $2N_h-N_{h-1}-N_{h+1}$

② 一次微係数ゼロクロス法によるピーク中心チャネルの計算。

a) ピークのうち、最も計数値の高いチャネルと二番目のチャネルの間にピーク中心があるとする。

b) ピークをはさんで隣合うチャネルをm、m+1 とし、その計数値に対する一次微係数をそれぞれΔN_m、ΔN_{m+1}とする。

c) ΔN_m、ΔN_{m+1}は次式のiをm、m+1 とおいて求める。

$$\Delta N_i=\sum_{-k}^{k} k\cdot N_{i+k}$$

N_i：iチャネルのカウント数

k はピークの広がりや対称性に応じて決め、1～1.5keV 相当で十分である。

k＝2：$\Delta N_i=2(N_{i+2}-N_{i-2})+N_{i+1}-N_{i-1}$

k＝3：$\Delta N_i=3(N_{i+3}-N_{i-3})+2(N_{i+2}-N_{i-2})+N_{i+1}-N_{i-1}$

となる。

d) ピーク中心チャネルは

$$P=m+\frac{\Delta N_m}{(\Delta N_m-\Delta N_{m+1})}$$

で求められる。

ただし$\Delta N_m>0$、$\Delta N_{m+1}\leqq 0$ の条件が満たされない場合は、前、後に 1 チャネルずらして同じ計算を行う。

(6) ピークの FWHM 計算

ここでは、ピークサーチ、ピーク領域の決定などに使用するための FWHM を求める。

a) ピークを「ガウス関数＋一次式」で関数適合する。

「ガウス関数＋一次式」を次に示す。

$F(i,C_k)=C_1+C_2\ (i-P)+C_3\exp\left\{C_4\ (i-P)^2\right\}$

C_1、C_2、C_3、C_4：定　数

P　　：ピーク中心チャネル

b）ガウス関数へ疑似的に適合する。（誤差は計算できない）

c）計数値を比例配分して求める（ピーク中心は②で得た値を用いる）。

(7) フィルタ幅を変えてピークサーチする手法

前述のピークサーチ手法は一般的であるが、さらにフィルタ幅を変えてピークサーチする手法は、大きなピークの裾の小さなピークや、高エネルギー側の半値幅の広いピークを見落とすことなく探査できる。手法の一例を以下に示す。

① 適当な幅のフィルタを設定する。半値幅が 1.9～2.0keV(1333keV)の検出器であれば、W は 1～6 程度でよい。

② 最も大きいフィルタ幅で全チャネルを探査する。

③ 2 番目に大きいフィルタ幅で全チャネルを探査する。

④ 最も小さいフィルタ幅まで設定した数のフィルタで全チャネルを探査する。

⑤ 先の探査結果と比較してピーク中心の誤差の範囲で同じピークがあるか、新しいピークがあるか否かを判断してピークサーチ結果とする。実際には、異なるフィルタ幅で連続して 3 以上のピークが見つかった場合にピークがあると判断するとよい。

5.2.2 チャネルとエネルギー関係式の作成

チャネルとエネルギーの関係式は、試料やバックグラウンド等、解析の対象となるスペクトル自身のピークを用いて作成する。原則として、標準線源等を測定して得た式を、試料のスペクトルに適用しない。以下に計算手順の概要を示す。

① ピークサーチの結果（5.2.1 (1) ③）から、チャネルとエネルギーの関係式を計算するためのピークを決める。

a) 前回の計算結果、核データ表等を参照し、ピックアップされたピークの核種を同定し、そのエネルギーを調べる。

b）最小 2 乗法でチャネルーエネルギーの式を求める。

c）χ^2を調べ、設定した信頼区間内に入っていない場合、下式の値が大きい順にピークを一つずつ除外して関数適合とχ^2検定をやり直す。

$$\frac{\left|P_i-P(E_i)\right|}{\sqrt{\Delta^2_i+\Delta(E_i)^2}}$$

P_i　　：各ピークのピーク中心

$P\ (E_i)$　：チャネルーエネルギーの式から求めたピーク中心

Δ_i　　：各ピークのピーク中心の誤差

$\Delta\ (E_i)$　：チャネルーエネルギーの式の誤差

② チャネルーエネルギー式とその誤差を計算する。

a）適度な間隔で、はっきりしたピークを 3 本以上決める。

b）使用するピークが 3 本なら 2 次式を使う。

c）ピークの数が多くても 4 次以上の式を用いない。

d）2 つの放物線を頂点で接続して用いてもよい。

5.2.3 ピーク解析

ピークに対して関数適合を用いて計算するので、誤差を正しく取り扱わなければならない。FWHM の計算の時と異なり、面積計算のための関数適合を行う場合は正確を期するため、適合関数は単純なガウス関数と一次式の組合せでない方が望ましい。

5.2.3.1 関数適合法

適合領域はピーク中心の左右に各々FWHM の 8 倍程度とする。ピークの形は検出器によって微妙に異なるので、ピーク関数を一つに決めることは困難であり、各々の検出器に合わせてピーク関数を作る事が望ましい。以下に計数誤差の小さいスペクトルに適用できる関数の一例を掲載する。

左右でFWHM（W_l, W_r）の異なる正規分布曲線を頂点で接続する。

X_0をピーク中心と置き、低エネルギー側の階段状の形Aを

$$\frac{a}{1+\exp\left\{(X-X_0)/(1.5W_l)^{-1}\right\}}$$ で表現する。

また、低エネルギー側の裾を引いた形 B を

$$\frac{b}{1+c(X-X_0)^2} \times \frac{1}{1+\exp\left\{(X-X_0)/(1.5W_l)\right\}}$$ で表わす。

以上を合わせると以下の式になる。

$$P(X)=h\times\exp\left\{-2.7726(X-X_0)^2/(W_l \text{ or } W_r)^2\right\}+\frac{1}{1+\exp\left\{(X-X_0)/(1.5W_l)\right\}}\times\left\{a+\frac{b}{1+c(X-X_0)^2}\right\}+g$$

h	：ピークの高さ	a	：段差の高さ
W_l	：ピークの左側に適用する幅	b	：テーリングの高さ
W_r	：ピークの右側に適用する幅	c	：テーリングの広がり
		g	：ベースラインの高さ

適合パラメータは、h,a,b,C,W_l,W_r,g　及びピーク中心X_0である。

1）適合パラメータの設定

a）核種を想定しない場合、ピーク中心は平滑化2次微分されたスペクトルに3点計数値法または一次微分ゼロクロス法等を適用して計算する。

b）核種を想定する場合、ピーク中心はチャネルーエネルギーの式に当てはめて計算し、計数が高いとき以外は適合パラメータにしない。

c）ピークの高さとベースラインのみを適合パラメータとし、関数適合によって求める。関数適合の際は、段差や非対称、テーリング、FWHM等のパラメータはエネルギー依存性を測定して予め関数化しておき、固定パラメータとする方がよい。

d）適合計算の後、適合パラメータなどの誤差を計算する。

e）適合度をチェックするため、χ^2を計算すると良い。

2）複合したピークについて

a）重なっていても、ピークとピークの間に凹みがあれば適合計算できる。

b）凹みが見えない程重なっている場合でも、ズレが見えるようであれば、少なくともピーク中心の距離を固定して置けば（核種を仮定することになる）計算できる。出来れば核種の同定の結果を用いて再計算する。

c）事実上全く重なっている場合、同じ核種の別ピークのデータを利用して計算する。寄与係数法もその一つである。

適合関数Yはチャネル番号をXと置くと

$$Y=C_1+C_2X+C_3\exp\{C_4(X-C_5)(X-C_5)\}+C_6\ \exp\{C_7(X-C_8)(X-C_8)\}$$

である。

・C_1+C_2X　はベースラインの一次式である。

・$C_3\exp\{C_4(X-C_5)(X-C_5)\}$　は高さC_3、中心C_5、半値幅が$(4\log 2/C_4)$のピーク関数（ガウス関数）である。

・$C_6\ \exp\{C_7(X-C_8)(X-C_8)\}$　は高さ　C_6、中心C_8、半値幅が$(4\log 2/C_7)$のピーク関数（ガウス関数）である。　　Logは自然対数

5.2.3.2 関数適合結果を用いたFWHM等の計算

FWHMを求めるためには、ピーク関数の値がピーク値の半分になるチャネルを計算する。即ち、関数値が与えられた時、それを実現する変数を求める「逆関数プログラム」が必要になる。

ピーク関数をY＝P（X）とおくとその逆関数はX＝P^{-1}（Y）であり、Yがピークの高さの1/2になるピークの両側2つのXの値　$P_H^{-1}(Y_{1/2})$、$P_L^{-1}(Y_{1/2})$を　X_l、X_r　とすれば

$$FWHM=X_r-X_l$$　　である。

また最小2乗法を用いて　X_r、X_l各々の誤差を計算する。

$$\sigma_X^2 = \sum_{ij} \frac{\delta P^{-1}}{\delta C_i} \delta (C_i, C_j) \frac{\delta P^{-1}}{\delta C_j} = \sum_{ij} \frac{\delta P^{-1}}{\delta C_i} \mathbb{C}_{ij}^{s-1} \frac{\delta P^{-1}}{\delta C_j}$$

$C_{i,j}$ ：ピーク関数の適合パラメータ

$\sigma (C_i, C_j)$ $\mathbb{C}_{ij}^{s-1}$ ：最小２乗法で得られた $C_{i,j}$ の計算結果の標準偏差

$$\frac{\delta P^{-1}}{\delta C_i} = \frac{1}{\dfrac{\delta P(X_{l,r})}{\delta C_i}}$$

を代入して計算する。

FWHM はピーク関数の逆関数で表現されるため、誤差を計算する際に「逆関数の偏微分」が必要になる。これは「逆関数の偏微分は偏微分の逆数に等しい。」ことを用いて計算する。

$$\frac{\delta P^{-1}}{\delta C_i} = \frac{\delta P^{-1}(X)}{\delta W_{l,r}}\Bigg|_{X=X_{l,r}} = \frac{1}{\dfrac{\delta P(X)}{\delta W_{l,r}}}\Bigg|_{X=X_{l,r}}$$

$$= 0.5 \times \frac{P(W_{l,r}+\delta, X_{l,r}) - P(W_{l,r}-\delta, X_{l,r})}{\delta^*}$$

＊ 0.1 チャネル程度を代入して計算する。

X_l、X_r各々の誤差の２乗和の平方根を計算して FWHM の誤差とする。

5.2.3.3 ピークの非対称

一般的にピークは中心の左右で幅が異なり、最大カウント数の 10 分の 1 の高さにおける$^1/_{10}$幅 (FWTM:full width at tenth maximum)の値で表現される。

ピークの非対象＝{FWTM（左）－FWTM（右）}／FWTM（右）

5.2.4 ピーク面積の計算

試料を測定して得られたスペクトルのピークサーチ後、核種を同定し、ピークの面積から放射能を計算する。緊急時のスペクトルでは、Dead Time が 5%以下で測定している場合にはピーク形状への影響はないが、それ以上での測定においては、ピークシフト、テーリング等によりピーク形状等が悪化するとともに、妨害ピークの影響もあり、その解析は容易ではない場合が多い。

ピーク面積を求めるためには次の２つの方法がある。

1. ピークサーチの結果検出されたピークについて同定し、ピーク面積を計算し、放射能を定量する。
2. ピークが検出されたか否かに係わらず、着目する核種のピーク位置において面積を計算し、放射能を定量する。

前者の方法では関心のある核種について、データが得られないことがあり、後者では予想外の核種について対応できない。本法では、放射性ヨウ素及び放射性セシウムを含む任意の重要核種及びピークが 1 本あるいは、2 本目以降のピークが極端に小さい核種について、

後者で対応できるようにし、その他の核種については、前者で対応することとする。

解析には電子計算機を使用するが、関数式、使用するパラメータ、ピーク領域、核データ等が妥当であるか否か､解析過程のグラフや表を出力して確認出来るようにプログラムするのが良い。

ピーク面積は原則として関数適合によって計算し、ガウス関数で表現されている部分の面積とする。テーリングの部分と段差はピーク面積に含めない。

コベル法と、関数適合で多少差が生じることがあるが、実用上差し支えはない。

ピークの非対称、テーリング、段差等がエネルギーによってどう変わるか予め調べておき、それらをピーク関数に反映させて用いるとよい。

テーリングに乗った小さなピークや複合ピークなど条件が悪い場合を除き、単純なピークに限れば、面積計算に 1 次式＋単純ガウス関数を使用出来る。

5.2.5 バックグラウンドの補正

試料に起因しない計数を放射能の計算に含めないため、バックグラウンド即ち試料の無い状態での測定を行い、その計数を差し引く。

ただし、緊急時において、バックグラウンドを測定する余裕が無い場合は、この限りではない。バックグラウンドの測定時間は、試料の同程度から 2 倍程度を目安とし、特に、放射能濃度の高い試料を測った後は、短時間でも良いので、バックグラウンドの測定を行い、汚染のチェックをした方が良い。

検出器あるいは、遮へい体内部が汚染し、除染しきれない場合は、バックグラウンドを測定し、常に補正を行う必要がある。バックグラウンドを補正する場合の計算方法を次に示す。

$$N \pm \sigma_N = S/T_s - B/T_B \pm \sqrt{(\sigma_s/T_s)^2 + (\sigma_B/T_B)^2}$$

N　：正味ピーク計数率
σ_N　：正味ピーク計数率の計数誤差
S　：試料ピーク面積
σ_s　：試料ピーク面積の計数誤差
B　：バックグラウンドピーク面積
σ_B　：バックグラウンドピーク面積の計数誤差
T_s　：試料測定時間
T_B　：バックグラウンド測定時間

補正に使用するバックグラウンドは、試料に先立った測定、試料の後の測定、何回かの測定の平均、等が考えられる。

5.2.6 放射能濃度の計算

5.2.6.1 減衰補正法

放射性核種の放射能の強さは時間とともに弱くなる。測定して得られるデータは測定時の放射能であり、知りたい時点での値は計算によって求める必要がある。

1) 崩壊による減衰を補正計算する方法

放射性原子核の時間当りの減少－dN／dt と崩壊定数λ及びその時点での放射性原子核の数 N

との関係は $-\frac{dN}{dt}=\lambda N$ である。したがってこれを積分し次の関係を得る。

測定時点での放射能がA±σであれば時間t前（例えば採取時）の放射能$A_0\pm\sigma_0$は

$A_0=A\ \exp(\lambda t)$, $\sigma_0=\sigma\exp(\lambda t)$

となる。半減期 T で書けば次のようになる。

$A_0=A\ (1/2)^{-(t/T)}$, $\sigma_0=\sigma\ (1/2)^{-(t/T)}$

2) 放射性の原子核が崩壊して安定元素に変わらず、再び別種の放射性原子核に変わる場合、始めの核種を「親」、新たに作られた核種を「娘」と呼ぶ。親の減衰は上の式で表されるが、娘の放射性原子核の時間当りの減少の項には親からの流れ込みが付け加わる。この場合の計算式は次のようになる。

$$-\frac{dN_p}{dt}=\lambda_p N_P$$

$$-\frac{dN_d}{dt}=\lambda_d N_d-\lambda_p N_P$$

N_p ：親核種の原子数

λ_p ：親核種の崩壊定数

N_d ：娘核種の原子数

λ_d ：娘核種の崩壊定数

上の式を解いて、過去へ時間 t の減衰補正を行った結果が次の式である。

$$A_{p_0}=A_p\exp(\lambda_p t)$$

$$\sigma_{p_0}=\sigma_p\exp(\lambda_p t)$$

$$A_{d_0}=A_d\ \exp(\lambda_d t)-\frac{\lambda_d}{\lambda_d-\lambda_p}\left\{\exp(\lambda_d t)-\exp(\lambda_p t)\right\}A_p$$

$$\sigma_{d_0}=\sqrt{\left\{\sigma_d\ \exp(\lambda_d t)\right\}^2+\frac{\lambda_d^2}{(\lambda_d-\lambda_p)^2}\left\{\exp(\lambda_d t)-\exp(\lambda_p t)\right\}^2\ \ \sigma_p^2}$$

親娘の型で連続的に崩壊する場合について

1. 親核種が長寿命でなく（娘核種よりは長い）、放射能の時間的変化は見えるが、親娘の放射能比が一定である状態を過渡平衡と呼ぶ。
2. 親核種が長寿命（かつ娘核種より長い）で親娘の放射能比が一定で、時間的変化も見られない状態を永続平衡と呼ぶ。
2. 親娘の型で崩壊する場合、娘核種が測定時に「3σ以下」であっても、減衰補正を行うと「3σ以上」に変わることがある。

3）測定した時間に比べて長くない寿命を持つ核種の場合には減衰補正の計算が複雑である。放射性核種が測定中に減衰するのを考慮した計算は

$$\frac{\lambda t_m}{1-\exp(-\lambda t_m)} \times \exp(\lambda t) \times (A \pm \sigma)$$ で表される。

t_m：測定時間（トルータイム：true time）
t ：減衰補正時間（減衰補正基準時刻と測定開始時刻の差）

4）親娘核種両方とも true time よりもずっと長いとは言えない寿命を持っている場合は、「測定中の親核種から娘核種への流れ込み」を考慮した計算を行う必要がある。
例えばモリブデン 99（親：半減期 65.94h）とテクネチウム 99m（娘：半減期 6.01h）等がある。

t_m ：測定時間（true time）
t ：減衰補正時間（時刻　0　と測定開始時刻の差）
$A_p \pm \sigma_p$ ：測定時点での親(p)の放射能
$A_d \pm \sigma_d$ ：測定時点での娘(d)の放射能
$A_{p_0} \pm \sigma_{p_0}$ ：時刻 0 での親(p)の放射能
$A_{d_0} \pm \sigma_{d_0}$ ：時刻 0 での娘(d)の放射能、と置けば

$$A_{p_0} \pm \sigma_{p_0} = \frac{\lambda_p t_m}{1-\exp(-\lambda_p t_m)} \times \exp(\lambda_p t) \times (A_p \pm \sigma_p)$$

$$A_{d_0} = \frac{A_p \lambda_d t_m}{\lambda_d - \lambda_p} \left\{ \frac{\lambda_p \times \exp(\lambda_p t)}{1-\exp(-\lambda_p t_m)} + \frac{\lambda_d \times \exp(\lambda_d t)}{1-\exp(-\lambda_d t_m)} \right\} + \frac{A_d \lambda_d t_m \times \exp(\lambda_d t)}{1-\exp(-\lambda_d t_m)}$$

$$\sigma_{d_0} = \sigma_p^2 \frac{(\lambda_d t_m)^2}{(\lambda_d - \lambda_p)^2} \left\{ \frac{\lambda_p \times \exp(\lambda_p t)}{1-\exp(-\lambda_p t_m)} + \frac{\lambda_d \times \exp(\lambda_d t)}{1-\exp(-\lambda_d t_m)} \right\}^2 + \sigma_d^2 \left\{ \frac{\lambda_d t_m \times \exp(\lambda_d t)}{1-\exp(-\lambda_d t_m)} \right\}^2$$

となる。

5）減衰補正計算法の適用

誤解を避けるため、放射能が検出された時のみ減衰補正を行う。これは親娘の型で逐次崩壊するしないに拘らず、正しい選択である。

1. 天然崩壊系列核種の減衰補正は計算が困難であり、またそれ程意味はないので測定時の値を出せば良く、減衰補正の必要はない。
2. 崩壊が系列をなして連続的である時、厳密には線形連立一次微分方程式を解かなくてはならない。
3. 娘核種の減衰補正は過渡平衡になっているとみなして行って十分である場合もある。

5.2.6.2 放射能濃度の計算〔計算機を用いるが手計算も出来る〕

放射能濃度は次の式にしたがって計算する。

$$\frac{\text{試料ピーク面積}}{\text{試料測定時間}} - \frac{\text{BG ピーク面積}}{\text{BG 測定時間}} = \text{正味計数率}$$

$$\text{放射能濃度} = \frac{\text{正味計数率} \times \text{減衰補正係数} \times \text{灰分率} \times \text{希釈倍率}}{\text{ピーク効率} \times \text{ガンマ線放出比} \times \text{回収率} \times \text{測定供試量}}$$

バックグラウンドスペクトル中のピーク面積が 2σ 以下であれば、差引を行わなくてよい。

5.2.6.3 同一核種の複数ピークの取扱

一般的に、放射能は一崩壊についてエネルギーの異なった複数のガンマ線を放出する。これを利用すれば核種の同定や定量が正確になる。

実際に環境試料中にある核種ではコバルト 60、銀 110m 等であるが緊急時などにはセシウム 134、バリウム 140、ランタン 140 など多数のピークを生ずる核種が幾つか検出される。

5.2.6.4 取扱い手順

何らかのピークが検出された時、可能であるならば以下のように処理するのが望ましい。

① そのピークに対し、候補となる核種を拾い出す。
② 候補となった核種の「主要」なピークを核データ表で調べ、妨害ピークが検出されている等で信頼できない領域と、サムピーク、エスケープピークのデータを除外する（同定には利用する）。
③ 除外されなかった全てのピーク領域について放射能を計算する。
④ それらの値が計数誤差の範囲で一致しているかどうか調べ、想定した核種が妥当であるか否か調べる。想定した核種が間違っていたら別の核種を想定して②へ戻り、正し

かったなら次のようにする。

⑤ あまり多数のピークのデータを使っても効果がないと思われるならば次のようにする。全てのピーク毎に放射能を計算し、誤差の小さい順に並べ、大きな差があるところを選んで足切りを行い、選別する。

⑥ 誤差の重みをつけた荷重平均をする。

荷重平均の計算について

a. 異なった測定器（互いにバイアスがあるかも知れない）を用いた。

b. 分割した試料である。

c. ピークのエネルギーがかけ離れており、効率曲線に問題が考えられる。

等、互いに異なった誤差が重なっているデータであるのに、計数誤差だけを表示してある場合、荷重平均の計算は適用できない。同一スペクトル中の同一核種のピークであれば、計数誤差のみと考えても妥当と考えられる。

荷重平均すれば必ず誤差は小さくなり、例えば3σ以下のピークを複数用いて計算すると3σ以上になることもある。

5.2.6.5 荷重平均の計算

複数の放射能値$A_i \pm \sigma_i$が得られた時は下の式を用いて荷重平均する。

$$t = t_0 \pm \sigma_t \text{ ただし } t_0 = \frac{\sum_i \frac{A_i}{\sigma_i^2}}{\sum_i \frac{1}{\sigma_i^2}}, \quad \frac{1}{\sigma_t^2} = \sum_i \frac{1}{\sigma_i^2}$$

5.2.7 主ピークのみを放出する核種及び主ピークと副ピークで放出比に大きな差がある核種について

緊急時においては、スペクトル上に多くのガンマ線ピークが認められることが予想され、主ピークのみを放出する核種及び主ピークと副ピークで放出比に大きな差がある核種で主ピークしか認められない場合については、ピーク情報が少なくなり、核種の同定ができなくなる場合が考えられる。そこで、解析プログラムには、解析時に次の手順が選択できるようにする。

(1) 表 5.1、表 5.2 に示した核種等の指定した任意の核種について、解析結果の該当するエネルギー領域にピークが認められた場合には、そのピークに注意を喚起する指標（目印等）を付けられるようにする。

(2) スペクトルデータを解析する際に、解析用核データファイルと表 5.1、表 5.2 を参考に、ピーク検出の設定を全主要ピークを対象に検出するとともに、第 1 ピークのみの検出を行い、その両方で解析を行い、結果の検討ができるようにしておく。

表 5.1　主ピークのみが放出される核種

核種名	半減期	半減期単位	エネルギー（keV）	放出比（%）
Be- 7	53.22	D	477.6035	10.44
Na- 22	2.6019	Y	1274.530	99.944
Na- 24	14.959	H	1368.6	100
K - 40	1.265E+09	Y	1460.822	10.66
Cr- 51	27.7025	D	320.0824	9.92
Mn- 54	312.12	D	834.848	99.9760
Zn- 65	244.06	D	1115.5391	50.60
Y - 91	58.51	D	1204.77	0.26
Y - 91m	49.71	M	555.57	95.0
Nb- 97m	52.7	S	743.4	97.90
Rh-105m	40	S	129.57	20.00
Xe-133m	2.19	D	233.221	10.00
Xe-135m	15.29	M	526.561	80.0
Cs-137	30.04	Y	661.657	85.10
Ce-139	137.641	D	165.8575	79.90
Ce-141	32.508	D	145.4433	48.29
Hg-203	46.612	D	279.1967	81.46
Tl-206	4.200	M	803.30	0.0050
Pb-210	22.3	Y	46.5390	4.25
Po-210	138.376	D	803.1	0.00121
Bi-211	2.14	M	351.06	12.91
Ra-224	3.66	D	240.986	4.10
Ra-226	1600	Y	186.211	3.59

※　付録3　核データライブラリ登録核データから検索した。

表5.2-1　主ピークと副ピークで放出比に差がある核種（1）

核種名	半減期	半減期単位	エネルギー(keV)	放出比(%)
Ar- 41	109.34	M	1293.6	99.10
Ar- 41	109.34	M	1677.2	0.052
Co- 58	70.86	D	810.7594	99.450
Co- 58	70.86	D	863.951	0.690
Ge- 75	82.78	M	264.60	11.4
Ge- 75	82.78	M	198.60	1.19
Ge- 75m	47.7	S	139.68	39.4
Ge- 75m	47.7	S	136.01	0.020
Sr- 92	2.71	H	1383.93	90.0
Sr- 92	2.71	H	953.31	3.52
Nb- 95	34.991	D	765.803	99.808
Nb- 95	34.991	D	204.1161	0.028
Nb- 97	72.1	M	657.94	98.23
Nb- 97	72.1	M	1024.4	1.09
Zr- 97	16.744	H	743.36	93.06
Zr- 97	16.744	H	507.64	5.03
Tc- 99m	6.01	H	140.5110	89.06
Tc- 99m	6.01	H	142.63	0.0187
Ru-103	39.26	D	497.084	91.0
Ru-103	39.26	D	610.330	5.76
In-115m	4.486	H	336.24	45.8
In-115m	4.486	H	497.37	0.047
I -131	8.02070	D	364.489	81.7
I -131	8.02070	D	636.989	7.17
I -133	20.8	H	529.872	87.0
I -133	20.8	H	875.329	4.51
Xe-135	9.14	H	249.794	90.0
Xe-135	9.14	H	608.185	2.90
La-141	3.92	H	1354.52	1.64
La-141	3.92	H	1693.30	0.074
Ce-144	284.91	D	133.5150	11.09
Ce-144	284.91	D	80.120	1.36
Pm-149	53.08	H	285.950	3.10
Pm-149	53.08	H	859.46	0.109

表5.2-2　主ピークと副ピークで放出比に差がある核種 (2)

核種名	半減期	半減期単位	エネルギー(keV)	放出比(%)
Au-198	2.69517	D	411.80209	95.58
Au-198	2.69517	D	675.8837	0.804
Pb-212	10.64	H	238.6320	43.3
Pb-212	10.64	H	300.087	3.28
Am-241	432.2	Y	59.5412	35.9
Am-241	432.2	Y	26.3448	2.4

※　付録3　核データライブラリ登録核データから検索した。

5.3 測定データの解析操作

(1) 計算機に保存したスペクトルデータをガンマ線スペクトル解析プログラムで解析する。

① スペクトルデータを読み込む

② 測定条件の入力

試料名、試料高さ、試料重量、測定容器の種類、使用する効率、エネルギー校正式等の測定条件を入力し、計算を開始する。

③ スペクトル解析

使用している解析プログラムの解析手順に従い、スペクトル解析を行う。

解析後、ピークサーチ結果、ピーク定量結果、スペクトルグラフを出力する。

(2) 出力された解析結果について、測定番号、試料名、試料重量及び試料容器等の入力事項が正しく入力されていることを確認する。

(3) 出力されたガンマ線スペクトル解析結果についてスペクトルグラフのピークと照合する。ここで、ピークが認められないにもかかわらず統計的変動で検出されてしまったピーク等を除き、正しく解析が行われていることを確認する。

① 主ピークのみの核種及び主ピークと副ピークで放出比に差がある核種について

ピークが1本しか認められないことが考えられるので、誤同定されていないか、未知ピークとして取り扱われていないかを気をつける。

② 他の核種

ガンマ線ピークを複数本放出する核種については、何本かのピークについてピークの存在を確認し、同定する。また、ガンマ線の1本目あるいは2本目のピークの放出比が極端に小さい核種については単純に確認することができないので、事故の種類や他の検出された核種、あるいはその半減期等を考慮して同定する。

(4) 誤差の3倍を超えて検出された核種について、出力結果を基にピークとそのチャネルを確認し、誤同定されていないことを確認する。

(5) 出力されたスペクトルについて、ピークが検出されているにもかかわらず核種が同定されてないピークがある場合、核データ集を用いてピークを同定する。

付　　録

付録 1　核分裂後の経過時間による存在度

核種の分類で示した①核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種及び②希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種は、それぞれの半減期が異なることから、核分裂後の経過時間により核種の存在度が変わる。核分裂後の経過時間に応じた核分裂生成核種の存在の有無をそれぞれ「○」及び「×」として、核種ごとの経過時間による存在度を付表 1.1 に示す。ある経過時間を指定した場合、表の「×」にあたる核種は解析用核データファイルに選択されない。よって、解析用核データファイル作成時に核種の絞込みを容易にし、解析時の誤同定の低減を図ることができる。

1. 存在度の算出方法

ウラン 235 の核分裂で生成する核種について、核分裂収率、ガンマ線放出率、半減期及びゲルマニウム半導体検出器の計数効率を用い、経過時間ごとに各核種からのガンマ線計数率を算出した。計算例を以下に示す。

ウラン 235 の核分裂により生成する各核種の放射能A_0は、それぞれ以下のように求めることができる。

$A_0 = \lambda N_F$

λ ：各核種の壊変定数

N_F ：核分裂収率

この核種から放出されるガンマ線の計数率C_0は、以下の式を用いて求めることができる。

$C_0 = A_0 \cdot B \cdot E$

B：ガンマ線放出比

E：ゲルマニウム半導体検出器の計数効率

核分裂から、各経過時間における上記核種から放出されるガンマ線の計数率 C は、以下の式を用いて求めることができる。

$C = C_0 e^{-\lambda t}$

λ ：各核種の壊変定数

t ：経過時間

経過時間ごとの、最大のガンマ線の計数率（ヨウ素 133、ランタン 140 等からのガンマ線）を算出し、その計数率の 1 万分の 1 以下の計数率のガンマ線は測定不可能と考え、存在度を「×」とした。

1 万分の 1 より大きい計数率のガンマ線については測定可能と考え、存在度を「○」とし

た。

なお、測定するガンマ線ピークの半値幅の 2 倍のエネルギー範囲内に、そのピークより計数率が大きい妨害ピークがある場合も存在度を「×」とした。

求めた核分裂生成核種の経過時間による存在度を表 1-1 に示す。

2. 経過時間について

核分裂後の経過時間については、試料採取後、分析所で測定開始するまでの測定試料の調整時間等を考慮し、5 時間からとした。

また、経過時間によって核種の存在度が変わるため、核分裂からの経過時間の区分を 5 時間，10 時間，1 日，3 日，5 日，10 日，30 日とした。

付表 1.1　核分裂生成核種（核分裂後 5 時間～30 日）－ (1)

※　：希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

存在度：ピークが存在する場合を○で、ピークが存在しない場合を×で示す

定量核種	※	半減期	γ線 (keV)	核分裂後の経過時間（存在度）						
				5時間	10時間	1日	3日	5日	10日	30日
Ge- 77		11.30h	215.5	×	○	○	×	×	×	×
As- 78		90.7m	613.8	○	○	×	×	×	×	×
			694.9	○	×	×	×	×	×	×
Br- 84	○	31.80m	881.6	○	×	×	×	×	×	×
Kr- 85m	○	4.480h	1308.7	○	×	×	×	×	×	×
			151.2	○	○	○	×	×	×	×
			304.9	○	○	○	×	×	×	×
Kr- 87	○	76.3m	402.6	○	○	×	×	×	×	×
			2011.9	○	○	×	×	×	×	×
Kr- 88	○	2.84h	196.3	○	○	○	×	×	×	×
			834.8	○	○	○	×	×	×	×
			1529.8	○	○	○	×	×	×	×
Rb- 88(Kr-88)	○	17.78m	1836.0	○	○	○	×	×	×	×
			898.0	○	○	○	×	×	×	×
Y - 90m		3.19h	202.5	○	○	○	×	×	×	×
			479.5	○	○	○	×	×	×	×
Sr- 91	○	9.63h	1024.3	○	○	○	○	○	×	×
			749.8	○	○	○	○	○	×	×
			652.9	○	○	○	○	○	×	×
Y - 91	○	58.51d	1204.8	×	×	○	○	○	○	○
Y - 91m(Sr-91)	○	49.71m	555.6	○	○	○	○	○	×	×
Sr- 92	○	2.71h	1383.9	○	○	○	×	×	×	×
			430.5	○	○	×	×	×	×	×
			1142.4	○	○	×	×	×	×	×
Y - 92	○	3.54h	934.5	○	○	○	×	×	×	×
			1405.4	○	○	○	×	×	×	×
			561.1	○	○	○	×	×	×	×
Y - 93	○	10.18h	266.9	○	○	○	○	×	×	×
			947.1	○	○	○	○	×	×	×
			1917.8	○	○	○	○	×	×	×
Zr- 95	○	64.03d	756.7	○	○	○	○	○	○	○
			724.2	×	×	×	○	○	○	○
Nb- 95	○	34.99d	765.8	×	○	○	○	○	○	○
Nb- 97		72.1m	657.9	○	○	○	○	○	×	×
Nb- 97m(Zr-97)		52.7s	743.4	○	○	○	○	○	○	×
Zr- 97		16.74h	1148.0	○	○	○	○	○	×	×
			1750.2	○	○	○	○	○	×	×
Mo- 99		65.94h	739.5	○	○	○	○	○	○	○
			777.9	○	○	○	○	○	○	○
Tc- 99m(Mo-99)		6.01h	140.5	○	○	○	○	○	○	○
Ru-103		39.26d	497.1	○	○	○	○	○	○	○
			610.3	×	×	×	○	○	○	○

付表 1.1　核分裂生成核種（核分裂後 5 時間～30 時間）－ (2)

定量核種	※	半減期	γ線 (keV)	核分裂後の経過時間（存在度）						
				5時間	10時間	1日	3日	5日	10日	30日
Rh-105		35.36h	318.9	○	○	○	○	○	×	×
Rh-105m(Ru-105)		40s	129.6	○	○	○	×	×	×	×
Ru-105		4.44h	724.3	○	○	○	×	×	×	×
			469.4	○	○	○	×	×	×	×
			316.4	○	○	○	×	×	×	×
Rh-106(Ru-106)		29.80s	621.9	×	×	×	×	×	×	○
Ag-113		5.37h	298.6	○	○	×	×	×	×	×
In-115m(Cd-115)		4.486h	336.2	×	×	×	○	×	×	×
Cd-117		2.49h	1303.3	○	○	×	×	×	×	×
Cd-117m		3.36h	1066.0	○	○	×	×	×	×	×
Sn-125		9.64d	1067.1	×	×	×	○	○	○	×
Sb-127		3.85d	685.7	○	○	○	○	○	○	○
			473.0	×	○	○	○	○	○	○
Sb-128		9.01h	754.0	○	○	○	×	×	×	×
Sb-129		4.40h	812.8	○	○	×	×	×	×	×
			1030.1	○	○	○	×	×	×	×
Te-129(Sb-129)		69.6m	459.6	○	○	○	×	×	×	×
Sb-130A		39.5m	793.4	○	×	×	×	×	×	×
I -131	○	8.02d	364.5	○	○	○	○	○	○	○
			637.0	○	○	○	○	○	○	○
			284.3	×	○	○	○	○	○	○
Sb-131		23.03m	943.4	○	×	×	×	×	×	×
Te-131m		30h	852.2	○	○	○	○	○	○	×
			1206.6	○	○	○	○	○	○	×
I -132	○	2.295h	667.7	○	○	○	○	○	○	○
			772.6	○	○	○	○	○	○	○
			954.6	×	○	○	○	○	○	○
			522.7	○	○	○	○	○	○	○
Te-132		3.204d	228.2	○	○	○	○	○	○	×
			116.3	×	○	○	○	○	○	×
I -133	○	20.8h	529.9	○	○	○	○	○	×	×
			875.3	○	○	○	○	○	×	×
			1298.2	×	×	○	○	×	×	×
			1236.4	○	○	○	○	○	×	×
Te-133m		55.4m	912.7	○	×	×	×	×	×	×
			647.5	○	×	×	×	×	×	×
Xe-133m		2.19d	233.2	×	×	○	×	×	×	×
I -134	○	52.5m	847.0	○	○	×	×	×	×	×
			1072.6	○	○	×	×	×	×	×
			595.4	○	○	×	×	×	×	×
Te-134		41.8m	767.2	○	×	×	×	×	×	×
			210.5	○	×	×	×	×	×	×
			278.0	○	×	×	×	×	×	×
I -135	○	6.57h	1260.4	○	○	○	○	×	×	×
			1131.5	○	○	○	○	×	×	×
			1678.0	○	○	○	○	×	×	×
Xe-135		9.14h	249.8	○	○	○	○	○	×	×
			608.2	○	○	○	○	×	×	×
			408.0	×	×	○	×	×	×	×
Xe-135m(I-135)	○	15.29m	526.6	○	○	○	○	×	×	×
Cs-137	○	30.04y	661.7	×	×	×	○	○	○	○

付表 1.1　核分裂生成核種（核分裂後 5 時間～30 日）－ (3)

定量核種	※	半減期	γ線 (keV)	核分裂後の経過時間（存在度）						
				5時間	10時間	1日	3日	5日	10日	30日
Cs-138	○	33.41m	1435.9	○	×	×	×	×	×	×
			462.8	○	×	×	×	×	×	×
			1009.8	○	×	×	×	×	×	×
Ba-139	○	83.06m	165.9	○	○	×	×	×	×	×
			1254.7	○	×	×	×	×	×	×
			1420.5	○	×	×	×	×	×	×
Ba-140	○	12.752d	537.3	○	○	○	○	○	○	○
			162.7	○	○	○	○	○	○	○
			437.6	○	○	○	○	○	○	○
La-140(Ba-140)	○	1.6781d	1596.2	○	○	○	○	○	○	○
			487.0	○	○	○	○	○	○	○
			815.8	×	○	○	○	○	○	○
			328.8	○	○	○	○	○	○	○
Ce-141	○	32.508d	145.4	○	○	○	○	○	○	○
La-141	○	3.92h	1354.5	○	○	○	×	×	×	×
			1693.3	○	○	×	×	×	×	×
La-142	○	91.1m	641.3	○	○	○	×	×	×	×
			894.9	○	○	×	×	×	×	×
			1901.3	○	○	×	×	×	×	×
Ce-143		33.10h	293.3	○	○	○	○	○	○	×
			664.6	○	○	○	○	○	○	×
Ce-144	○	284.91d	133.5	×	○	○	○	○	○	○
Pr-144(Ce-144)	○	17.28m	696.5	×	×	×	○	○	○	○
Pr-145	○	5.984h	979.0	×	○	○	×	×	×	×
Nd-147		10.98d	439.9	×	×	×	○	○	○	○
			398.2	×	×	×	×	×	○	○
Nd-149		1.728h	211.3	○	○	×	×	×	×	×
			423.6	○	○	×	×	×	×	×
Pm-149		53.08h	286.0	×	×	×	○	×	×	×
Pm-151		28.40h	340.1	○	○	○	○	○	○	×
			717.7	×	○	○	○	○	×	×
Sm-153		46.50h	103.2	○	○	○	○	○	○	×
Eu-156		15.19d	1230.7	×	×	×	×	×	○	○
			1242.4	×	×	×	×	×	○	○
			646.3	×	×	×	×	×	○	○
Eu-157		15.18h	370.5	×	○	○	×	×	×	×

付録２　実スペクトルを用いた解析例

1. 大気浮遊じん試料（チェルノブイル事故時：現場付近上空で採取）

試料採取日：昭和 61 年 5 月 1 日

測　定　日：昭和 61 年 5 月 2 日（事故から 6 日経過）

チェルノブイル事故時の大気浮遊じん試料について解析を行った。分析専門機関が昭和 61 年にピーク面積をコベル法により計算し、ピークの同定を手作業で行った結果（付表 2.1 ピーク面積の A）と、本マニュアルの関数適合法により解析した結果（付表 2.1 ピーク面積の B）との比較を次表に示す。なお、付図 2.1 に解析したガンマ線スペクトルを示す。また、テルル 129 とテルル 129m については、事故時（A）で同定されていない。

銀 110m（937.48keV）と、バリウム 140（537.26keV）で差が認められたが、これはコベル法（A）と関数適合法（B）の違いによるものであるが、事故時のように多数のピークが認められる場合、一般的に関数適合法の方がより正確な値を求めることができる。

付表 2.1　浮遊じん試料比較検討結果

核種名	エネルギー (keV)	ピーク面積（count/ksec）		B/A
		A	B	
Be- 7	477.6	4551.55 ± 12.45	4480.78 ± 18.99	0.98
Mo- 99	739.5	173.46 ± 4.12	167.4 ± 4.34	0.96
Tc- 99m	140.51	4865.86 ± 14.34	4704.54 ± 15.32	0.97
Ru-103	497.08	6972.57 ± 13.78	6983.69 ± 27.88	1.00
Ag-110m	884.68	37.32 ± 2.69	40.24 ± 3.55	1.08
Ag-110m	937.48	10.92 ± 2.75	14.34 ± 2.85	1.31
Te-129	459.6	－	313.76 ± 7.51	－
Te-129m	695.88	－	166.72 ± 4.30	－
I -131	364.49	5343.52 ± 13.16	5212.66 ± 43.60	0.98
I -132	667.72	14238.2 ± 18.59	13324.16 ± 23.77	0.94
I -132	954.55	1630.56 ± 6.35	1633.27 ± 9.35	1.00
Te-132	228.16	36322.9 ± 28.98	36660.75 ± 29.92	1.01
Cs-134	604.72	1887.82 ± 7.99	1883.42 ± 9.15	1.00
Cs-134	795.86	1293.06 ± 6.03	1268.77 ± 10.69	0.98
Cs-136	1048.07	288.62 ± 3.57	266.77 ± 6.16	0.93
Cs-137	661.66	3017.1 ± 8.87	2964.42 ± 8.96	0.98
Ba-140	537.26	225.84 ± 6.14	176.9 ± 8.55	0.78
La-140	1596.21	326.58 ± 2.78	320.54 ± 4.21	0.98

本解析で用いた解析用核データファイルの検索条件と検索結果及び解析に要した解析時間を示す。

［検索条件］

① 選択した項目

炉心が露出した事故であったので、すべての項目を選択

・核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

・希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

・中性子等との反応で生成する核種

・ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種

② 事故からの経過時間

事故から 6 日後のスペクトルなので、経過時間は 5 日を選択した。

③ 放出比によるピーク絞り込み

0.1%以下のピークを削除

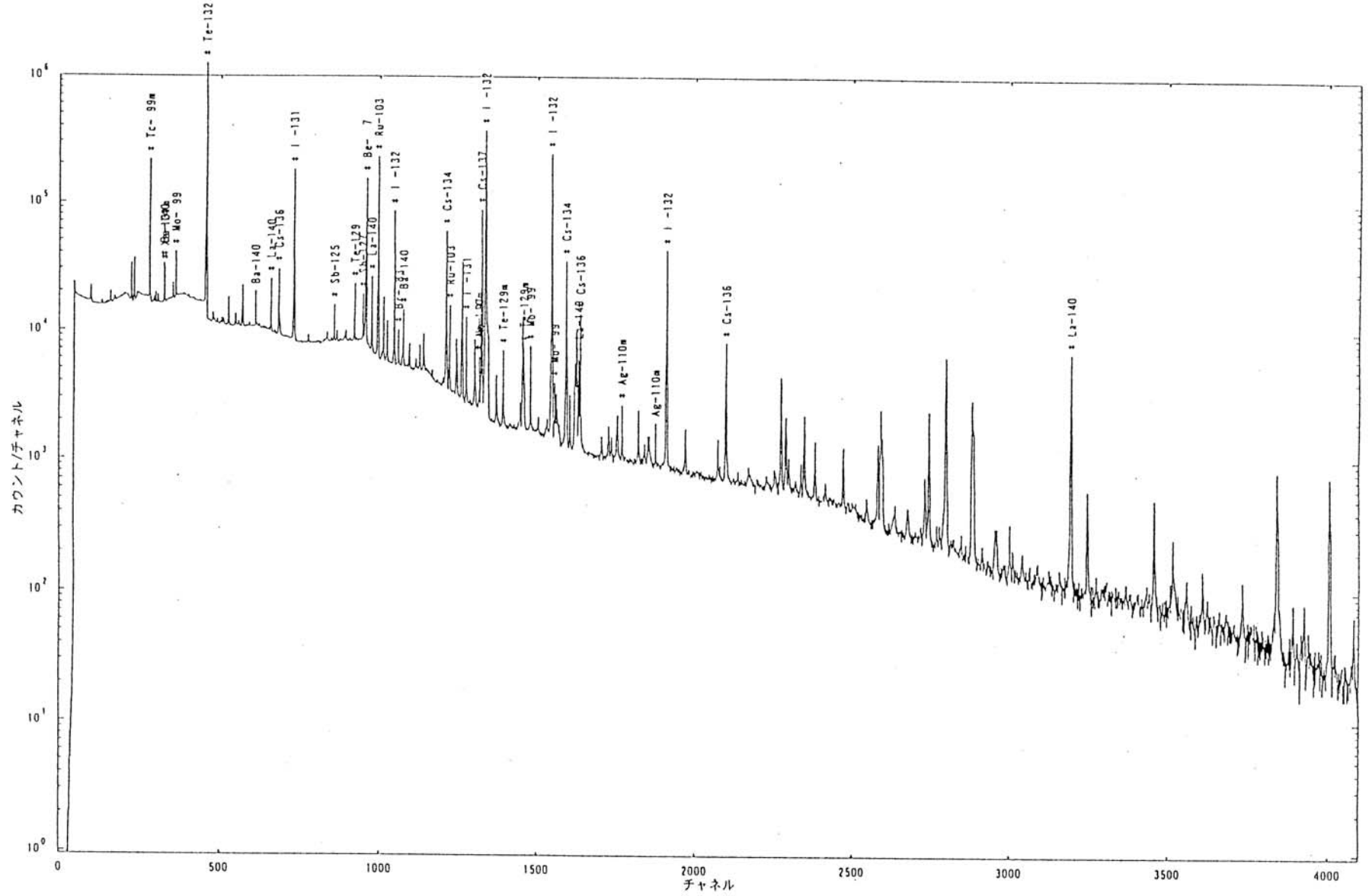
［検索結果］

・核種数　：99

・ピーク数：1,089

［解析時間］

約 8 秒（CPU: PentiumⅢ 1GHz）



付図 2.1　大気浮遊じん試料　（チェルノブイル事故時：現場付近上空で採取）

2. スミヤろ紙試料（チェルノブイル事故時：ロシア国内で採取）

測 定 日： 昭和 61 年 5 月 31 日（事故から 1 ヶ月経過）

チェルノブイル事故時のスミヤろ紙試料について解析を行った。分析専門機関が昭和 61 年にピーク面積をコベル法により計算し、ピークの同定を手作業で行った結果（付表 2.2 ピーク面積の A）と、本マニュアルの関数適合法により解析した結果（付表 2.2 ピーク面積の B）との比較を次表に示す。なお、付図 2.2 に解析したガンマ線スペクトルを示す。

Nd-147（91.1keV）と Te-132（228.16keV）で差が認められたが、これはコベル法（A）と関数適合法（B）の違いによるものであるが、事故時のように多数のピークが認められる場合、一般的に関数適合法の方がより正確な値を求めることができる。

付表 2.2　スミヤ試料比較検討結果

核種名	エネルギー (keV)	ピーク面積（count/ksec）		B/A
		A	B	
Nb- 95	765.8	7476.5 ± 89.37	7475.27 ± 131.55	1.00
Zr- 95	756.72	3393.3 ± 74.92	3369.93 ± 91.79	0.99
Ru-103	497.08	17121 ± 143.4	17122.35 ± 209.00	1.00
Ru-106	621.93	489.28 ± 48.11	517.9 ± 56.68	1.06
Ag-110m	884	72.2057 ± 17.89	78.54 ± 19.88	1.09
I -131	364.49	1188.9 ± 80.67	1191.89 ± 70.62	1.00
Te-132	228.16	353.116 ± 84.79	287 ± 85.76	0.81
Cs-134	604.72	15835 ± 136.1	15667.95 ± 198.91	0.99
Cs-134	795.86	11024 ± 107.2	10979.33 ± 155.09	1.00
Cs-136	1048.7	565.689 ± 29.24	516.72 ± 41.94	0.91
Cs-137	661.66	27174 ± 167.8	27152.52 ± 243.13	1.00
Ba-140	537.26	1396.4 ± 66.2	1396.04 ± 83.48	1.00
La-140	1596.21	1726.6 ± 42.35	1682.1 ± 41.74	0.97
Ce-141	145.44	9014.1 ± 119	9006.03 ± 162.12	1.00
Ce-144	133.51	2919.4 ± 138.6	2870.23 ± 112.36	0.98
Nd-147	91.1	330.244 ± 71.93	203.17 ± 37.78	0.62

本解析で用いた解析用核データファイルの検索条件と検索結果及び解析に要した解析時間を示す。

［検索条件］

① 選択した項目

炉心が露出した事故であったので、すべての項目を選択

・核分裂生成核種、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

・希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

・中性子等との反応で生成する核種

・ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種

② 事故からの経過時間

事故から1ヶ月後のスペクトルなので、経過時間は30日を選択

③ 放出比によるピーク絞り込み

0.1%以下のピークを削除

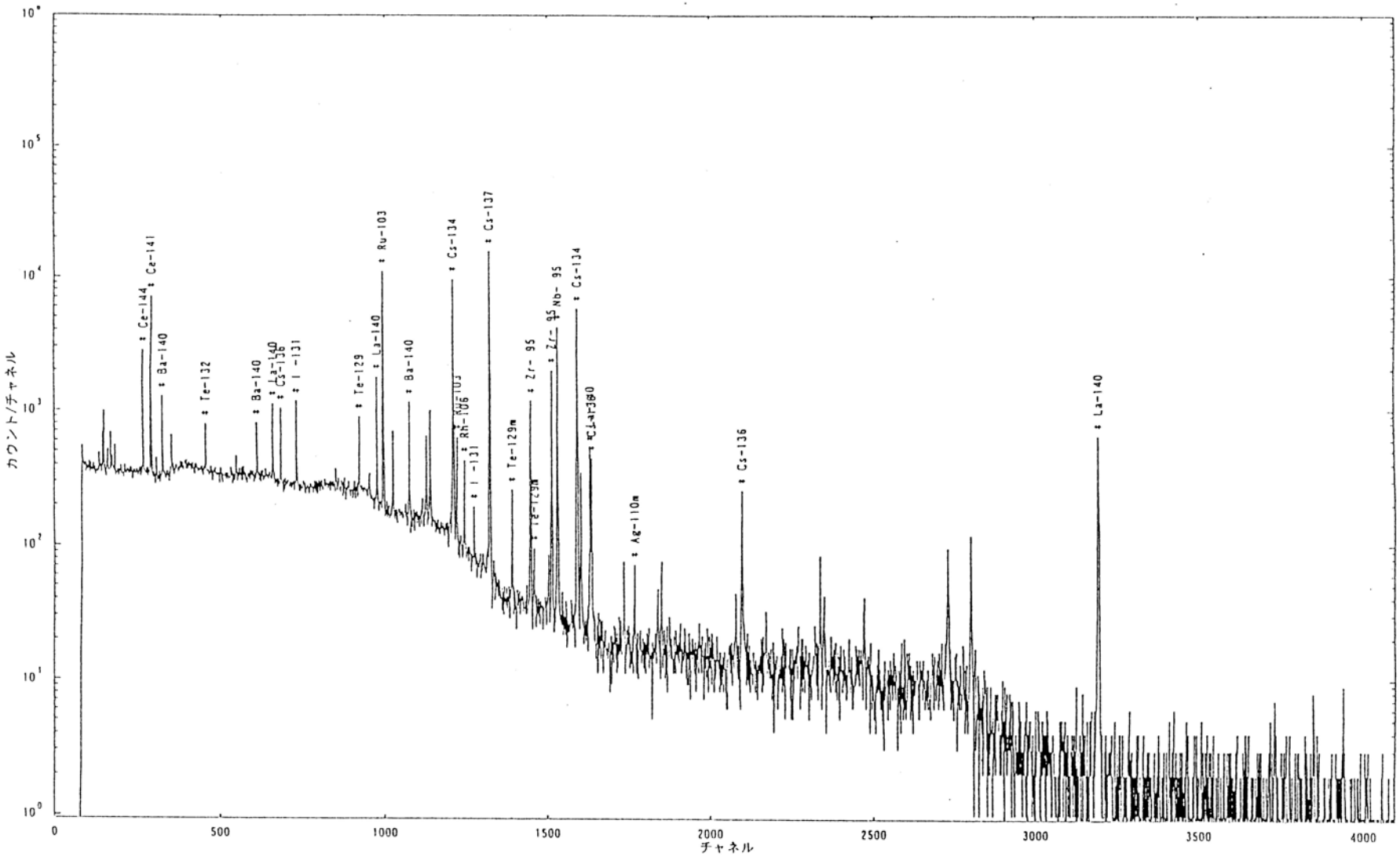
［検索結果］

・核種数　：93

・ピーク数：1,019

［解析時間］

約8秒（CPU: PentiumⅢ 1GHz）



付図 2.2　スミヤろ紙試料　（チェルノブイル事故時：旧ソ連国内で採取）

3. 土試料（ウラン加工工場臨界事故時：ウラン加工工場周辺で採取）

試料採取日　：平成 11 年 10 月 3 日

供　試　量　：456g

測　定　日　：平成 11 年 10 月 3 日

測定時間　　：40,000 秒

ウラン加工工場臨界事故時にウラン加工工場周辺で採取された土試料について、分析機関が放出核種情報に基づいて、手作業で核データを追加した核データライブラリを用いた市販解析プログラムによる解析結果（A）と、本マニュアルで採用した解析法による解析結果（B）の比較検討を行った。また、核データ解析プログラムによるピーク解析条件については、同じ条件（サム効果補正あり、バックグラウンド補正なし）で解析を行った。それぞれの解析において同定された核種とそのピーク面積について比較し、付表 2.3 にその結果を示すとともに、付図 2.3 にガンマ線スペクトルを示す。

付表 2.3　比較検討結果

核種	エネルギー (keV)	ピーク面積(count)		B/A
		A	B	
Na- 24	1368.60	1193.0 ± 40.4	1193.1 ± 41.1	1.00
I -131	364.48	248.3 ± 41.7	248.3 ± 41.7	1.00
I -133	529.87	582.8 ± 38.8	582.8 ± 38.8	1.00
Cs-137	661.66	1016.6 ± 53.4	1053.5 ± 42.7	1.04

本解析で用いた解析用核データファイル検索条件と検索結果及び解析に要した解析時間を示す。

[検索条件]

① 選択した項目

中性子線が施設から放出され、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種が施設から放出された事故であったので、下記の項目を選択

・希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

・中性子等との反応で生成する核種

・ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種

② 事故からの経過時間

3 日

③ 放出比によるピーク絞り込み

0.1%以下のピークを削除

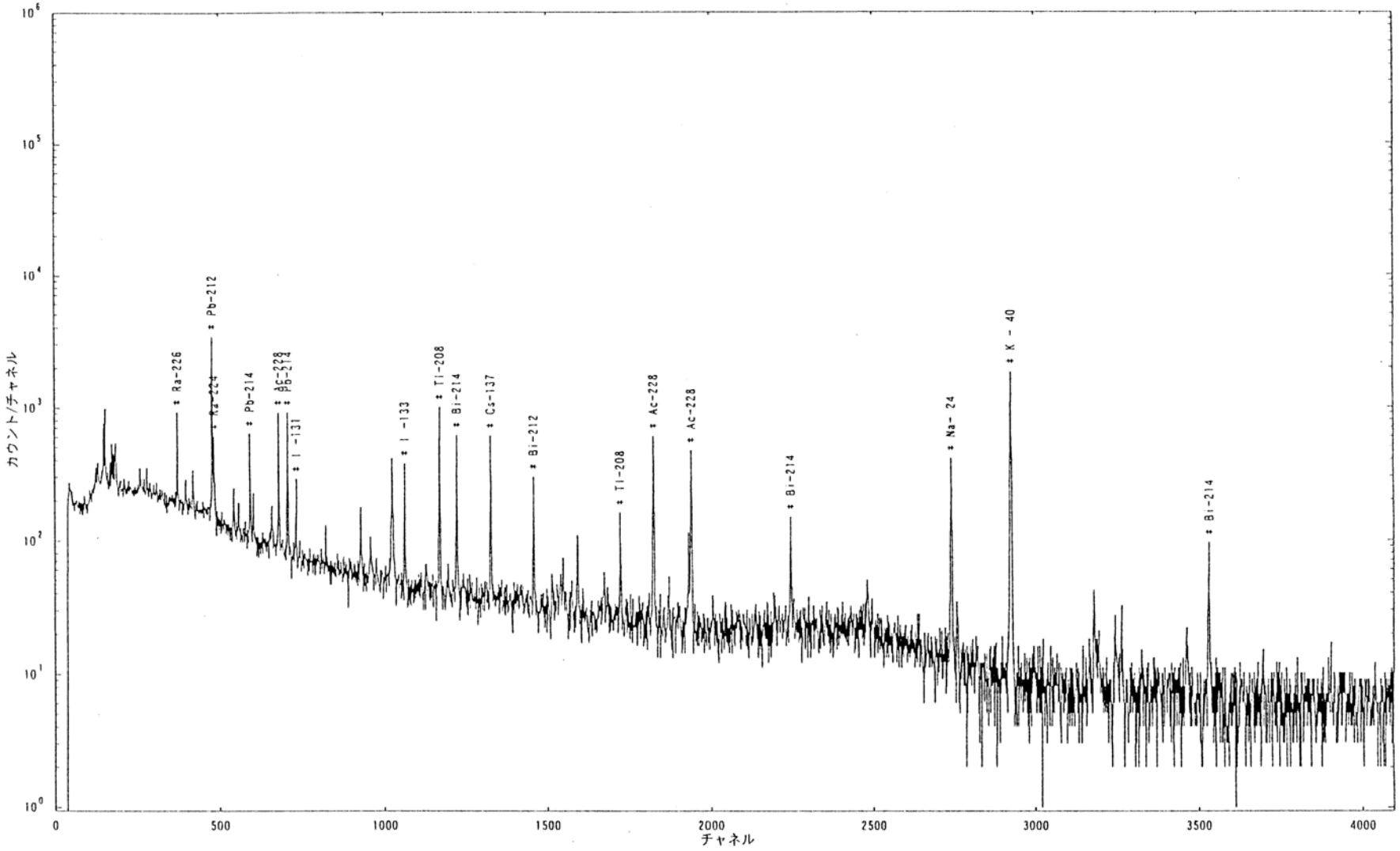
[検索結果]

・核種数　：95

・ピーク数：1,029

[解析時間]

約 10 秒　(CPU: PentiumⅢ 1GHz)



付図 2.3　土試料　（ウラン加工工場臨界事故時：ウラン加工工場周辺で採取）

4. 大気浮遊じん（ウラン加工工場臨界事故時：茨城県内で採取）

測 定 日： 平成 11 年 10 月 2 日

測定時間： 5,000 秒

大気浮遊じん試料について、本法で解析を行った結果を付表 2.4 に示すとともに、ガンマ線スペクトルを付図 2.4 に示した。希ガスを経由して生成した核種であるストロンチウム 91 とその壊変生成物であるイットリウム 91m は、事故時には手作業で同定を行ったが、本法においては、これらの核種をあらかじめ核データライブラリに選定しておいたので自動的に検出することができた。

付表 2.4　大気浮遊じん試料解析結果

核種	エネルギー(keV)	ピーク面積(count)
Ba- 40	537.26	68.4　±12.7
Sr- 91	652.90	38.3　± 8.4
Sr- 91	749.80	110.0　±13.5
Sr- 91	1024.30	109.0　±12.4
Y - 91m	555.57	332.3　±20.6
I -133	529.87	146.0　±16.1
La-140	487.02	31.0　±11.6
La-140	1596.21	23.9　± 6.9

本解析で用いた解析用核データファイルの検索条件と検索結果及び解析に要した解析時間を示す。

[検索条件]

① 選択した項目

中性子線が施設から放出され、希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種が施設から放出された事故であったので、下記の項目を選択

・希ガス及び揮発性物質並びにこれらを経由して生成する核種

・中性子等との反応で生成する核種

・ウラン及びトリウムの壊変生成物並びにバックグラウンドとして存在する核種

② 事故からの経過時間

3 日

③ 放出比によるピーク絞り込み

0.1%以下のピークを削除

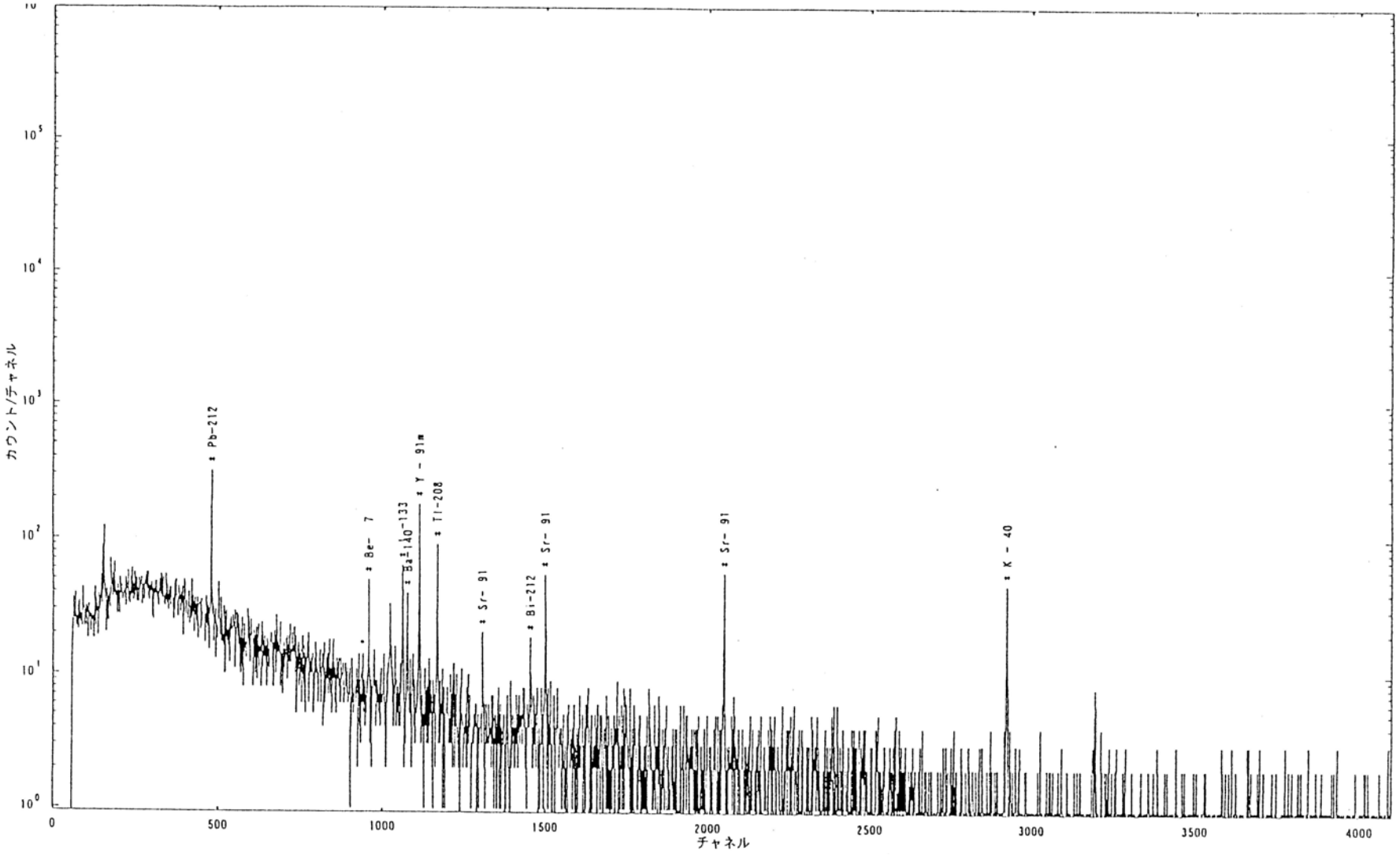
[検索結果]

・核種数　：95

・ピーク数：1,029

[解析時間]

約 10 秒（CPU: PentiumⅢ 1GHz）



付図 2.4　大気浮遊じん試料　（ウラン加工工場臨界事故時：茨城県内で採取）

付録３　核データライブラリ登録核データの例

核データライブラリーに登録された核データの一例を示す。

なお、

① データは、2001 年８月の時点での ENSDF（Evaluated Nuclear Structure Data File）から引用した。

② 半減期の単位は、(Y) は年、(M) は月、(D) は日及び (H) は時間を示す。

③ 表中の誤差の表示については、次のように示す。

エネルギー	エネルギー誤差
37.2	22

は、37.2±2.2　を示し、

エネルギー	エネルギー誤差
701.7	3

は、701.7±0.3　を示す。

④ エネルギーの単位は（keV)、また、放出比の単位は（%）を示す。

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
7	Be	Be- 7	53.22	6	D	477.6035	20	10.44	
22	Na	Na- 22	2.6019	4	Y	1274.530	20	99.944	14
24	Na	Na- 24	14.9590	12	H	1368.6		100	
40	K	K - 40	1.265E+9	13	Y	1460.822	6	10.66	19
41	Ar	Ar- 41	109.34	12	M	1293.6		99.10	
						1677.2		0.052	20
46	Sc	Sc- 46	83.79	4	D	889.277	3	99.9840	10
						1120.545	4	99.9870	
51	Cr	Cr- 51	27.7025	24	D	320.0824	4	9.92	5
54	Mn	Mn- 54	312.12	6	D	834.848	3	99.9760	10
56	Co	Co- 56	77.233	27	D	263.41	10	0.022	4
						411.38	8	0.025	5
						486.54	11	0.061	10
						655.0		0.038	8
						674.7		0.038	7
						733.511	5	0.190	7
						787.742	7	0.315	10
						846.771	4	99.94	3
						852.78	5	0.050	3
						896.531	12	0.086	20
						977.373	4	1.449	15
						997.33	16	0.129	14
						1037.840	6	14.17	13
						1089.03	24	0.050	3
						1140.404	21	0.137	5
						1159.920	18	0.095	13
						1175.102	6	2.288	21
						1198.78	20	0.051	9
						1238.282	7	66.9	6
						1272.2	6	0.024	10
						1335.389	20	0.118	6
						1360.215	12	4.29	4
						1442.75	8	0.185	7
						1462.34	12	0.065	8
						1640.404	21	0.072	12
						1771.351	16	15.47	14
						1810.772	17	0.638	8
						1963.714	12	0.724	10
56	Mn	Mn- 56	2.5789	1	H	846.754	20	98.9	3
						1037.818	22	0.040	5
						1238.26	3	0.099	10
						1810.72	4	27.2	8
57	Co	Co- 57	271.74	6	D	14.4129	6	9.16	15
						122.06067	12	85.60	17
						136.4736	3	10.68	8
						570.09	20	0.0158	10
						692.41	7	0.149	10
58		Co- 58	70.86	6	D	810.7594	20	99.450	10
						863.951	6	0.690	10
						1674.725	7	0.520	10
59	Fe	Fe- 59	44.503	6	D	142.6520	20	1.02	5
						192.349	5	3.08	12
						334.80	20	0.270	12
						382.0	4	0.018	3
						1099.251	4	56.5	19
						1291.596	7	43.2	14
						1481.70	20	0.059	7
60	Co	Co- 60	1925.3	3	D	1173.228	3	99.85	3

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
60	Co	Co- 60	1925.3	3	D	1332.492	4	99.9826	6
63	Zn	Zn- 63	38.47	5	M	365.2	4	0.0115	25
						443.13	20	0.016	5
						449.93	5	0.236	19
						515.0	10	0.021	9
						584.82	15	0.033	5
						624.3	3	0.014	4
						669.62	5	8.2	3
						675.0	6	0.015	4
						742.25	10	0.067	9
						899.0	4	0.012	3
						962.06	4	6.5	4
						1123.72	7	0.111	13
						1130.7	3	0.013	3
						1149.50	16	0.019	3
						1208.8	3	0.012	3
						1327.03	8	0.069	5
						1374.47	13	0.034	3
						1389.66	8	0.043	6
						1392.55	8	0.097	16
						1412.08	5	0.75	5
						1547.04	6	0.122	7
						1573.71	20	0.0164	18
						1861.3	3	0.0139	21
						1866.1	3	0.020	3
65	Ni	Ni- 65	2.51719	26	H	366.27	3	4.81	6
						507.90	10	0.293	5
						609.50	10	0.155	5
						770.60	20	0.104	8
						852.70	20	0.097	12
						1115.53	4	15.43	14
						1481.84	5	23.59	14
						1623.42	6	0.498	15
						1724.92	6	0.399	12
65	Zn	Zn- 65	244.06	10	D	1115.5391	20	50.60	22
74	As	As- 74	17.77	2	D	595.83	8	59.0	4
						608.43	8	0.552	21
						634.78	8	15.4	11
						635.0	20	0.0357	21
						887.00	10	0.0255	15
						993.46	8	0.0184	19
						1204.35	8	0.285	20
74	Ga	Ga- 74	8.12	12	M	233.2	5	0.16	3
						258.8	5	0.11	3
						302.0	7	0.11	4
						365.0	7	0.09	3
						444.2	5	0.06	3
						471.1	5	0.39	5
						484.9	3	1.06	6
						492.99	6	5.0	3
						497.56	15	0.96	10
						504.7	5	0.10	3
						521.0	5	0.12	3
						540.9	5	0.16	3
						545.5	5	0.064	19
						551.8	5	0.11	3
						595.87	4	91.80	20
						604.21	10	2.85	19
						608.40	5	14.4	8
						639.00	10	0.83	5

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						652.5	5	0.06	3
						701.52	10	0.77	11
						715.0	3	0.22	4
						733.9	4	0.110	19
						784.30	20	0.67	7
						809.3	3	0.29	7
						867.83	6	8.7	6
						886.71	15	0.34	8
						942.47	7	1.27	6
						960.99	7	1.62	7
						975.1	3	0.27	3
						993.55	10	0.64	4
						999.90	20	0.26	
						1024.3	5	0.21	
						1101.32	6	5.42	19
						1131.52	14	0.87	6
						1134.5	3	0.38	
						1160.33	10	0.63	5
						1177.42	18	0.24	3
						1184.40	20	0.28	3
						1204.22	4	7.62	19
74	Ga	Ga- 74	8.12	12	M	1293.9	5	0.25	4
						1312.84	11	0.62	9
						1332.1	3	1.74	10
						1337.18	10	1.6	
						1357.90	20	0.16	16
						1417.6	7	0.110	10
						1443.38	7	3.6	
						1471.70	20	0.193	19
						1478.2	3	0.30	3
						1489.37	7	2.88	6
						1510.2	3	0.23	3
						1570.34	10	0.97	4
						1601.97	20	0.29	3
						1617.2	3	0.129	19
						1630.7	10	0.09	8
						1676.77	14	0.73	4
						1744.90	20	4.82	10
						1806.5	3	0.28	5
						1829.75	16	1.90	5
						1940.63	7	5.4	3
						1971.0	4	0.20	5
						1999.30	20	0.40	4
						66.00	20	0.114	13
						198.60	10	1.19	12
						264.60	10	11.4	11
75		Ge- 75	82.78	4	M	353.0	5	0.021	3
	Ga					419.10	20	0.185	19
						468.80	20	0.223	24
						617.70	20	0.114	13
						61.92	10	0.0118	24
75		Ge- 75m	47.7	5	S	136.01	8	0.020	6
						139.68	3	39.4	8
						24.3815	14	0.0270	12
						66.0518	8	1.112	12
						96.7340	9	3.42	3
75	Se	Se- 75	119.79	4	D	121.1155	11	17.2	4
						136.0001	6	58.3	8
						198.6060	12	1.48	5
						264.6576	9	58.9	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
75	Se	Se- 75	119.79	4	D	279.5422	10	24.99	14
						303.9236	10	1.316	9
						400.6573	8	11.47	9
						418.8	6	0.0118	3
						572.2	4	0.0356	5
76	As	As- 76	26.24	9	H	358.4	7	0.0135	6
						403.20	20	0.0234	17
						456.90	10	0.036	3
						472.80	10	0.050	5
						559.10	5	45.0	20
						563.23	5	1.20	9
						571.50	10	0.140	11
						575.30	5	0.068	6
						657.05	5	6.2	5
						665.0	10	0.04	4
						665.34	5	0.36	4
						727.00	7	0.0185	16
						740.10	5	0.117	11
						771.74	5	0.122	11
						809.80	10	0.0171	12
						863.8	4	0.0113	11
						867.64	8	0.131	11
						882.13	5	0.059	6
						980.90	10	0.041	3
						1129.87	5	0.126	15
						1130.0	10	0.018	14
						1212.92	5	1.44	11
						1216.08	5	3.42	24
						1228.52	5	1.22	11
						1439.10	5	0.279	19
						1453.62	5	0.108	11
						1532.80	20	0.0243	18
						1787.66	8	0.293	23
						1870.00	5	0.054	6
77	Ge	Ge- 77	11.30	1	H	150.6	15	0.038	11
						156.36	3	0.803	23
						159.11	15	0.230	10
						177.28	5	0.179	7
						194.76	3	1.77	7
						208.98	6	0.94	4
						211.03	3	30.8	10
						215.50	3	28.6	9
						219.1	4	0.15	15
						254.74	15	0.211	7
						264.44	3	53.9	5
						268.10	22	0.22	17
						313.30	17	0.0205	6
						325.6	15	0.027	8
						337.63	6	0.232	6
						338.66	4	0.668	18
						350.10	15	0.0167	11
						367.40	3	14.0	4
						399.01	5	0.096	4
						416.33	3	21.8	6
						419.75	3	1.23	3
						430.60	21	0.0102	6
						439.44	5	0.202	5
						444.42	17	0.0172	6
						461.38	3	1.27	3
						475.43	3	0.992	24

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						503.94	6	0.0701	18
						520.0	10	0.30	4
						531.3	3	0.0464	12
						557.0	10	0.0431	4
						558.02	3	16.1	4
						569.22	12	0.0787	18
						582.54	3	0.782	18
						610.96	12	0.0614	18
						614.39	20	0.599	
						624.76	9	0.182	5
						631.82	3	6.95	18
						634.39	3	2.08	5
						638.97	18	0.0404	12
						655.28	23	0.0124	6
						660.06	10	0.0307	12
						673.09	20	0.663	
						680.36	12	0.0388	12
						685.37	20	0.092	
						698.54	5	0.229	6
						705.24	8	0.1067	24
						712.35	4	0.830	18
						714.35	3	7.17	18
						730.4	4	0.0205	11
						743.65	5	0.177	5
						745.75	3	0.965	24
						749.86	3	0.884	19
						766.72	3	0.787	18
						775.8	3	0.0151	6
						781.26	3	1.013	24
77	Ge	Ge- 77	11.30	1	H	784.77	3	1.32	3
						788.92	8	0.0970	24
						794.33	3	0.277	7
						798.80	8	0.0480	12
						802.84	23	0.0280	11
						810.35	3	2.27	6
						813.36	8	0.132	4
						823.13	4	0.598	13
						825.4	8	0.043	11
						843.17	5	0.208	5
						857.62	10	0.0307	12
						875.19	3	0.782	23
						884.17	16	0.0156	6
						889.23	19	0.0140	6
						896.51	5	0.122	3
						900.97	11	0.121	3
						906.99	3	0.949	24
						913.81	3	0.365	9
						921.04	9	0.0711	18
						923.14	3	0.690	18
						925.47	20	0.784	
						928.85	3	1.046	24
						939.35	3	0.285	7
						945.73	20	0.0614	
						959.24	5	0.0701	18
						966.4	10	0.038	11
						970.10	10	0.027	8
						985.73	6	0.0986	24
						996.55	5	0.1051	24
						1007.47	20	0.0135	6
						1052.54	15	0.0313	12

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1061.70	5	0.150	4
						1080.82	8	0.241	6
						1085.19	3	6.05	15
						1104.23	7	0.0340	12
						1114.80	5	0.103	4
						1124.99	5	0.118	3
						1134.77	10	0.0275	11
						1151.84	5	0.195	5
						1155.37	17	0.0194	11
						1164.65	12	0.0501	12
						1186.52	10	0.0372	12
						1193.26	3	2.57	6
						1201.43	10	0.0814	18
						1215.42	5	0.127	3
						1234.55	11	0.0280	11
						1242.18	3	0.398	9
						1263.86	3	0.846	18
						1279.96	5	0.174	5
						1295.71	20	0.149	
						1309.27	3	0.486	12
						1312.80	3	0.358	9
						1319.66	3	0.301	7
						1323.32	10	0.0162	6
						1326.05	8	0.0383	12
						1339.19	5	0.0685	18
						1354.31	19	0.0146	6
77	Ge	Ge- 77	11.30	1	H	1358.74	21	0.0291	12
						1368.4	5	3.3	4
						1452.59	5	0.121	4
						1454.75	15	0.0372	12
						1465.75	20	0.119	
						1476.52	5	0.242	6
						1478.99	20	0.212	
						1495.60	3	0.498	12
						1528.20	5	0.0464	12
						1538.76	5	0.142	4
						1557.03	17	0.0124	6
						1569.39	10	0.0571	23
						1573.69	3	0.658	18
						1642.6	4	0.0210	17
						1709.81	3	0.307	7
						1719.66	3	0.398	9
						1722.16	5	0.0512	12
						1727.18	5	0.148	4
						1792.63	22	0.0480	17
						1810.20	18	0.038	6
						1829.03	22	0.010	3
						1831.23	15	0.0275	11
						1846.41	5	0.171	4
						1878.60	7	0.0367	12
						1881.47	20	0.0129	17
						1911.91	11	0.0237	11
						1929.41	11	0.0264	11
						156.6	3	0.092	24
						174.2	3	0.18	5
						351.10	20	0.162	25
78	As	As- 78	90.7	2	M	354.30	20	1.9	3
						391.0	3	0.124	22
						449.8	4	0.08	3
						462.20	20	0.59	9

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						468.8	3	0.097	20
						497.0	3	0.18	3
						503.70	20	0.42	6
						545.30	10	3.0	4
						551.8	3	0.17	4
						613.80	10	54.0	6
						637.10	20	0.21	4
						657.90	20	0.27	4
						686.30	20	0.92	15
						687.5	4	0.65	13
						694.90	10	16.7	22
						722.40	20	0.146	23
						756.9	3	0.086	24
						828.10	10	8.1	11
						841.5	10	0.16	11
						842.60	10	1.08	17
						882.00	20	0.19	4
						884.90	20	0.46	7
						888.70	10	2.1	3
						903.6	4	0.08	3
						959.00	20	0.46	7
						968.2	4	0.16	6
						988.2	4	0.092	24
78	As	As- 78	90.7	2	M	1005.10	20	0.32	6
						1018.7	3	0.14	3
						1079.80	20	1.62	21
						1145.10	10	1.67	22
						1169.5	4	0.12	4
						1199.10	10	0.70	10
						1228.1	4	0.11	6
						1240.30	10	5.9	9
						1290.6	6	0.10	4
						1308.70	10	13.0	18
						1339.00	20	0.39	7
						1373.50	10	4.8	7
						1381.20	20	0.76	10
						1440.90	20	0.32	12
						1530.00	10	2.5	4
						1642.0	4	0.16	5
						1713.40	20	1.78	23
						1721.0	3	0.32	6
						1737.2	4	0.11	3
						1791.90	20	0.97	16
						1835.70	20	1.46	20
						1894.00	20	0.29	5
						1921.00	20	0.81	14
						1923.50	20	0.76	14
						1995.60	20	1.35	19
						92.190	16	0.72	4
						100.89	8	0.070	7
						129.29	3	0.030	6
						137.40	5	0.1520	22
						179.80	20	0.010	8
82	Br	Br- 82	35.30	2	H	221.4800	20	2.26	7
						273.480	8	0.80	3
						332.90	3	0.090	5
						554.3480	20	70.8	10
						599.5	3	0.013	8
						606.4		1.211	12
						619.106	4	43.4	6

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
82	Br	Br- 82	35.30	2	H	698.374	5	28.5	4
						735.64	7	0.075	9
						776.517	3	83.5	12
						827.828	6	24.0	4
						952.02	3	0.368	17
						1007.59	3	1.271	18
						1044.002	5	27.2	4
						1072.90	10	0.079	13
						1081.29	5	0.618	18
						1174.0	4	0.018	8
						1180.10	20	0.086	8
						1317.473	10	26.5	4
						1474.880	10	16.32	23
						1650.37	4	0.743	11
						1779.66	3	0.1136	20
						1871.60	20	0.025	9
						1956.80	10	0.0391	12
84		Br- 84	31.80	8	M	230.20	20	0.30	5
						339.8	4	0.071	18
						354.70	20	0.30	5
						382.00	20	0.56	10
						447.7	8	0.042	13
						561.4	5	0.083	22
						604.8	3	1.7	3
						688.7	7	0.09	3
						736.5	3	1.29	23
						802.20	20	6.0	8
						881.60	10	42.0	4
						947.5	7	0.35	9
						955.7	20	0.06	3
						987.3	4	0.79	14
						1005.7	7	0.46	13
						1015.9	3	6.2	8
						1082.6	4	0.14	3
						1119.1	4	0.14	3
						1142.7	10	0.033	13
						1185.0	7	0.108	23
						1213.30	20	2.6	4
						1255.5	6	0.046	9
						1438.0	7	0.062	18
						1463.8	7	2.0	4
						1534.7	6	0.100	22
						1578.1	4	0.67	14
						1607.6	4	0.40	7
						1741.2	4	1.6	3
						1779.6	7	0.062	18
						1807.8	8	0.042	13
						1818.7	4	0.24	5
						1877.5	4	1.12	19
						1897.60	20	14.6	20
85	Kr	Kr- 85m	4.480	8	H	129.810	20	0.300	20
						151.195	6	75.0	5
						304.870	20	14.0	4
						451.00	10	0.011	4
87	Kr	Kr- 87	76.3	6	M	129.4	3	0.045	11
						402.587	10	50.	4
						510.78	14	0.069	11
						582.30	20	0.035	10
						673.83	8	1.89	11
						814.25	6	0.164	10

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
87	Kr	Kr- 87	76.3	6	M	836.37	6	0.77	5
						845.44	4	7.3	4
						894.02	13	0.045	4
						901.5	3	0.026	5
						946.69	13	0.129	8
						976.49	21	0.057	5
						1063.10	10	0.027	6
						1175.40	8	1.11	7
						1338.00	7	0.63	5
						1382.55	6	0.288	17
						1389.87	12	0.119	8
						1461.3	6	0.050	6
						1531.2	4	0.36	6
						1578.03	14	0.129	12
						1611.18	14	0.104	16
						1740.52	8	2.04	11
						1842.61	24	0.139	12
88	Kr	Kr- 88	2.84	3	H	27.513	14	1.94	17
						28.26	11	0.028	11
						122.27	6	0.197	12
						165.98	4	3.10	15
						176.71	17	0.024	7
						196.301	10	26.0	13
						240.71	4	0.253	14
						268.2		0.031	14
						311.69	3	0.107	9
						334.71	3	0.145	10
						350.04	19	0.017	7
						362.226	13	2.25	12
						363.5	5	0.05	4
						390.543	11	0.64	6
						391.20	10	0.08	5
						421.70	18	0.010	4
						471.80	3	0.73	4
						500.02	6	0.097	9
						517.00	8	0.035	11
						570.57	7	0.062	8
						573.27	6	0.073	8
						579.04	14	0.024	11
						603.21	13	0.042	11
						665.94	6	0.087	15
						677.34	5	0.235	18
						731.01	9	0.035	11
						741.34	18	0.035	11
						774.14	6	0.097	15
						779.12	8	0.097	22
						788.28	4	0.53	3
						790.32	7	0.125	12
						798.65	21	0.028	11
						822.01	12	0.090	12
						834.830	3	13.0	7
						850.34	5	0.173	14
						862.327	19	0.67	4
						879.51	19	0.024	7
						883.06	14	0.042	8
						944.92	4	0.294	20
						950.49	12	0.038	11
						961.83	6	0.083	11
						985.780	16	1.31	7
						990.09	9	0.142	19

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1039.59	3	0.48	3
						1049.48	12	0.142	13
						1054.54	20	0.031	11
						1090.53	12	0.062	15
						1141.33	6	1.28	7
						1179.51	3	1.00	5
						1184.95	4	0.69	5
						1209.84	8	0.14	3
						1212.73	17	0.14	5
						1245.22	4	0.363	25
						1250.67	4	1.12	6
						1298.78	15	0.093	22
						1303.09	24	0.066	25
						1324.98	4	0.16	4
88	Kr	Kr- 88	2.84	3	H	1335.81	14	0.066	11
						1352.32	11	0.159	22
						1369.50	20	1.48	9
						1406.94	10	0.218	20
						1464.84	9	0.114	15
						1518.39	3	2.15	12
						1529.77	3	10.9	6
						1603.79	5	0.46	4
						1608.01	20	0.069	18
						1661.3	3	0.090	22
						1685.6	4	0.66	8
						1789.14	22	0.045	18
						1793.3	3	0.035	14
						1801.3	3	0.038	14
						1892.76	13	0.14	3
						1908.7	4	0.100	15
						338.95	7	0.060	8
						439.2	3	0.014	4
						484.53	16	0.028	7
						891.3		0.021	5
						898.03	4	14.0	8
						1027.3	3	0.011	5
88	Rb	Rb- 88	17.78	11	M	1217.97	18	0.051	7
						1366.26	12	0.103	14
						1382.45	5	0.74	5
						1679.6	3	0.045	9
						1687		0.011	7
						1779.870	21	0.216	18
						1798.35	19	0.062	14
						1836.00	5	21.4	13
						850.6	8	0.065	13
88	Y	Y - 88	106.65	4	D	898.042	3	93.7	3
						1382.2	10	0.021	6
						1836.063	12	99.2	3
						202.53	3	97.3	4
90	Y	Y - 90m	3.19	6	H	479.51	5	90.74	5
						681.8	6	0.32	3
						118.50	20	0.074	5
						261.20	20	0.449	17
						272.6	6	0.26	4
						274.70	20	1.04	5
91	Sr	Sr- 91	9.63	5	H	359.10	10	0.050	4
						379.90	10	0.147	6
						393.00	10	0.050	4
						486.50	20	0.080	5
						506.70	10	0.044	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
91	Sr	Sr- 91	9.63	5	H	520.8	3	0.034	4
						533.90	10	0.077	5
						593.10	10	0.094	5
						620.10	10	1.78	7
						626.80	10	0.044	4
						631.30	10	0.556	21
						652.3	3	2.98	20
						652.90	20	8.0	5
						653.0	20	0.37	14
						660.90	10	0.101	5
						749.80	10	23.7	8
						761.40	10	0.576	22
						793.60	10	0.064	4
						820.80	20	0.161	7
						823.70	10	0.067	4
						879.70	10	0.188	7
						892.90	10	0.070	4
						901.30	20	0.094	5
						925.80	20	3.85	13
						973.90	10	0.040	4
						992.20	10	0.044	4
						1024.30	10	33.5	11
						1054.60	10	0.224	8
						1140.80	10	0.127	6
						1280.9	5	0.93	4
						1305.30	10	0.017	4
						1327.40	10	0.040	4
						1353.50	20	0.023	4
						1413.40	10	0.98	4
						1473.80	10	0.168	7
						1486.40	10	0.013	4
						1545.90	10	0.067	4
						1553.6	3	0.017	4
						1626.8	3	0.013	4
						1651.4	5	0.291	11
						1724.0	5	0.161	7
91	Y	Y - 91	58.51	6	D	1204.77	12	0.26	4
91		Y - 91m	49.71	4	M	555.57	5	95.0	3
92	Sr	Sr- 92	2.71	1	H	241.56	5	2.93	20
						352.50	20	0.054	10
						430.49	3	3.28	24
						491.27	17	0.27	3
						650.80	20	0.37	4
						892.68	24	0.080	16
						953.31	7	3.52	25
						1142.35	7	2.79	21
						1383.93	5	90.0	6
92	Y	Y - 92	3.54	1	H	448.50	10	2.3	3
						492.60	10	0.49	6
						561.10	10	2.4	3
						844.30	10	1.25	15
						912.8	3	0.63	8
						934.47	7	13.9	16
						972.30	20	0.068	10
						1132.40	10	0.24	3
						1405.40	10	4.8	6
						1847.30	10	0.36	4
						1885.1	3	0.028	5
93	Y	Y - 93	10.18	8	H	266.90	10	7.3	11
						273.0	10	0.071	18

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						287.0	10	0.075	15
						341.5	5	0.044	6
						680.20	10	0.66	9
						714.40	20	0.017	4
						947.10	10	2.1	3
						962.30	20	0.0120	22
						987.7	3	0.011	3
						1158.50	20	0.030	5
						1168.60	20	0.011	4
93	Y	Y - 93	10.18	8	H	1183.50	10	0.048	9
						1184.7	6	0.020	5
						1203.30	10	0.107	16
						1237.40	10	0.029	8
						1425.40	10	0.24	4
						1450.50	10	0.33	5
						1470.10	10	0.065	16
						1642.70	10	0.052	8
						1651.70	20	0.023	5
						1827.80	20	0.023	5
						1917.80	10	1.55	21
						204.1161	17	0.028	9
95	Nb	Nb- 95	34.991	6	D	561.9		0.015	3
						765.803	6	99.808	7
						235.690	20	0.3	3
95	Zr	Zr- 95	64.032	6	D	724.192	4	44.0	45
						756.725	12	54.0	55
						178.0	3	0.049	10
						238.4	3	0.049	10
						549.25	20	0.049	10
						657.94	9	98.23	8
						719.53	19	0.090	9
						857.46	21	0.045	7
97	Nb	Nb- 97	72.1	7	M	909.55	14	0.040	7
						1024.4	3	1.09	7
						1117.02	18	0.085	8
						1148.6	3	0.049	10
						1268.62	10	0.147	20
						1515.66	19	0.122	13
						1629.09	22	0.025	7
97	Nb	Nb- 97m	52.7	18	S	743.4		97.90	6
						111.6	3	0.065	10
						182.9	5	0.032	7
						202.5	6	0.029	9
						218.90	20	0.168	19
						254.17	14	1.14	8
						272.40	16	0.23	3
						294.8	4	0.08	3
						297.2	3	0.066	12
						305.1	9	0.028	19
97	Zr	Zr- 97	16.744	11	H	330.43	19	0.143	15
						355.40	9	2.09	10
						400.42	16	0.245	16
						410.0	10	0.07	5
						473.5	6	0.07	4
						507.64	8	5.03	19
						513.41	18	0.55	5
						558.0	10	0.028	19
						600.6	6	0.09	10
						602.37	14	1.38	8
						690.52	16	0.183	18

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
97	Zr	Zr- 97	16.744	11	H	699.2	3	0.101	20
						703.76	5	1.01	5
						707.4	6	0.032	17
						743.36	3	93.06	16
						772	3	0.24	13
						775.0	8	0.1861	4
						804.52	9	0.61	8
						805.6	8	0.2792	5
						829.79	9	0.239	18
						854.89	8	0.356	23
						971.34	15	0.278	17
						1018.1	8	0.3722	7
						1021.2	3	1.01	17
						1026.7	8	0.2792	5
						1110.44	19	0.093	19
						1147.97	8	2.61	11
						1276.07	9	0.94	6
						1361.0	8	0.6514	12
						1362.68	9	1.02	11
						1750.24	22	1.09	11
						1851.61	9	0.31	3
99	Mo	Mo- 99	65.94	1	H	40.5845	16	1.05	4
						140.5110	10	4.52	24
						158.782	15	0.0189	8
						162.370	15	0.0119	7
						181.068	8	5.99	12
						366.421	15	1.191	23
						380.13	8	0.0104	9
						411.491	15	0.0146	7
						528.788	15	0.057	3
						621.771	24	0.018	4
						739.500	17	12.13	22
						777.921	20	4.26	8
						822.972	15	0.133	4
						960.754	20	0.095	3
99	Tc	Tc- 99m	6.01	1	H	140.5110	10	89.06	24
						142.63	3	0.0187	18
103	Ru	Ru-103	39.26	2	D	39.760	10	0.0692	12
						53.275	10	0.443	11
						241.88	5	0.0180	13
						294.980	20	0.303	6
						317.77	22	0.019	10
						443.800	20	0.345	5
						497.084	6	91.0	13
						514.60	15	0.0114	15
						557.040	20	0.868	12
						610.330	20	5.76	7
						612.02	3	0.107	3
105	Rh	Rh-105	35.36	6	H	38.72	3	0.025	4
						280.10	20	0.166	15
						306.10	20	5.1	4
						318.90	10	19.1	6
						442.8	7	0.042	6
105	Rh	Rh-105m	40	AP	S	129.57	8	20.00	
105	Ru	Ru-105	4.44	2	H	62.39	10	0.066	10
						81.20	10	0.052	10
						129.782	4	5.68	16
						139.33	10	0.047	10
						149.10	7	1.75	19
						163.46	10	0.156	19

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						183.60	12	0.099	10
						225.08	12	0.123	10
						245.21	15	0.025	5
						254.88	12	0.066	10
						262.83	10	6.57	16
						286.30	20	0.028	5
						306.66	12	0.080	10
						316.44	15	11.1	4
						326.14	10	1.06	12
						330.85	10	0.67	8
						339.40	20	0.014	5
						343.30	20	0.028	5
						349.96	10	0.289	15
						350.18	10	1.02	12
						369.45	12	0.047	10
						393.36	10	3.77	7
						407.60	15	0.090	10
						413.53	10	2.27	24
						469.37	10	17.5	6
						470.1	4	0.184	24
						479.60	20	0.0279	10
						489.48	10	0.55	7
						499.3	4	2.0	3
						500.10	20	0.55	8
						513.73	10	0.20	5
						539.29	10	0.114	10
						559.24	10	0.109	10
						575.07	12	0.85	10
						577.0	4	0.019	5
105	Ru	Ru-105	4.44	2	H	591.20	15	0.080	10
						597.10	15	0.030	8
						621.04	10	0.071	10
						632.34	10	0.151	15
						635.50	20	0.014	5
						638.66	10	0.222	24
						652.70	10	0.31	4
						656.21	10	2.1	3
						676.36	8	15.7	5
						701.00	20	0.019	5
						724.30	3	47.3	5
						738.27	10	0.076	10
						805.84	15	0.045	10
						820.00	20	0.014	5
						821.98	12	0.21	5
						845.91	12	0.63	7
						846.90	20	0.028	5
						851.98	10	0.156	19
						875.85	15	2.50	10
						878.20	20	0.47	5
						907.64	10	0.53	6
						952.78	10	0.0151	15
						969.44	10	2.10	8
						984.60	20	0.0104	19
						1017.47	10	0.32	4
						1059.60	20	0.027	8
						1215.38	10	0.071	10
						1222.00	20	0.0184	24
						1251.89	15	0.0194	24
						1321.26	10	0.203	24
						1377.06	11	0.057	10

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
105	Ru	Ru-105	4.44	2	H	1698.10	20	0.076	15
						1721.36	15	0.033	10
106	Rh	Rh-106	29.80	8	S	428.40	20	0.071	3
						434.25	21	0.0202	21
						439.2	3	0.0126	21
						511.861	4	20.4	4
						616.22	9	0.75	9
						621.93	6	9.93	23
						680.25	14	0.0110	7
						715.90	20	0.0100	5
						873.49	5	0.439	11
						1045.6	6	0.0133	17
						1050.41	6	1.56	5
						1062.14	5	0.0320	8
						1114.48	5	0.0118	19
						1128.07	5	0.404	10
						1180.73	8	0.0145	4
						1194.54	5	0.0573	12
						1496.33	13	0.0222	8
						1562.25	6	0.163	4
						1766.25	5	0.0343	9
						1796.94	9	0.0277	7
						1927.22	9	0.0153	5
						1988.44	8	0.0261	7
108	Ag	Ag-108m	418	21	Y	79.131	3	6.6	5
						433.937	4	90.5	6
						614.276	4	89.8	19
						722.907	10	90.8	19
110	Ag	Ag-110m	249.76	4	D	120.23	3	0.0170	6
						133.333	7	0.0736	3
						219.348	8	0.0743	4
						221.078	10	0.06753	24
						229.420	22	0.0121	8
						266.914	12	0.041	3
						365.459	11	0.091	6
						387.076	9	0.0519	10
						396.894	22	0.0387	19
						446.812	3	3.62	4
						467.05	3	0.02311	21
						544.56	4	0.0179	19
						573.0	4	0.0170	10
						603.08	7	0.035	7
						620.3553	17	2.67	3
						626.220	5	0.2113	20
						630.62	5	0.036	9
						657.7601	11	94.3	3
						677.6218	12	10.56	4
						687.0092	18	6.44	6
						706.6761	15	16.33	7
						708.133	20	0.230	3
						744.2756	18	4.77	9
						763.9425	17	22.62	21
						818.0245	18	7.34	8
						884.6782	13	72.7	4
						937.485	3	34.2	6
						997.14	5	0.136	7
						1085.467	19	0.068	3
						1117.48	3	0.0490	10
						1125.705	14	0.0302	19
						1163.20	8	0.071	17

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
110	Ag	Ag-110m	249.76	4	D	1165.05	16	0.0439	4
						1251.06	4	0.025	3
						1300.07	7	0.0189	7
						1334.348	19	0.146	9
						1384.2932	20	24.9	8
						1420.8	5	0.02434	21
						1475.7794	23	4.17	7
						1505.0282	20	13.60	19
						1562.2942	18	1.244	17
						1592.77	7	0.021	3
						1903.53	4	0.0158	8
113	Ag	Ag-113	5.37	5	H	17.70	20	0.042	5
						96.20	20	0.0370	20
						133.50	20	0.0660	20
						206.40	20	0.0200	20
						217.20	10	0.0280	20
						258.80	10	1.64	3
						298.60	10	10.00	
						316.30	10	1.343	20
						333.10	10	0.598	9
						339.40	10	0.638	10
						364.40	10	0.140	3
						369.0	10	0.010	5
						374.30	20	0.0250	20
						382.10	10	0.145	3
						392.40	10	0.0200	20
						410.80	10	0.0120	20
						584.00	10	0.21	3
						585.0	10	0.010	5
						611.0	5	0.045	10
						624.00	10	0.0190	10
						672.30	10	0.9	
						680.60	10	0.695	16
						734.0	10	0.010	5
						809.90	10	0.0150	20
						816.10	10	0.0110	20
						827.0	10	0.010	5
						878.50	10	0.0520	20
						883.60	10	0.282	7
						896.10	10	0.058	10
						988.40	10	0.423	9
						1049.90	10	0.045	3
						1084.50	10	0.016	3
						1126.10	10	0.061	3
						1180.80	10	0.037	3
						1194.60	10	0.378	10
						1479.20	10	0.068	4
113	Sn	Sn-113	115.09	3	D	255.134	10	2.11	8
						391.698	3	64.97	17
114	In	In-114m	49.51	1	D	190.27	3	15.56	16
						558.43	3	3.2	22
						725.24	3	3.2	22
115	Cd	Cd-115	53.46	10	H	35.57	6	0.421	9
						231.443	3	0.740	18
						260.896	3	1.94	4
						266.985	10	0.092	4
						336.24	3	45.9	10
						492.351	4	8.03	19
						527.901	7	27.5	6
115	In	In-115m	4.486	4	H	336.24	3	45.8	22

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
115	In	In-115m	4.486	4	H	497.37	3	0.047	7
						71.120	20	0.39	6
						89.730	10	3.26	22
						105.40	15	0.022	12
						131.40	20	0.011	6
						132.70	10	0.022	12
						160.8	3	0.25	12
						171.05	7	0.025	12
						179.35	8	0.10	3
						220.92	3	1.17	9
						221.0	4	0.06	6
						273.349	18	27.9	7
						279.80	10	0.11	6
						284.79	7	0.084	23
						292.05	3	0.64	9
						310.0	5	0.0698	18
						314.4	4	0.08	6
						344.459	10	17.9	6
						385.5	4	0.0363	10
						387.96	4	0.31	6
						397.20	10	0.20	6
						416.90	20	0.017	17
						419.79	4	0.18	4
						434.190	17	9.8	5
						439.39	7	0.11	6
						453.8	3	0.036	20
						463.04	3	0.75	6
						497.77	10	0.11	6
						500.60	20	0.014	14
						526.6	5	0.03	3
117	Cd	Cd-117	2.49	4	H	527.0	5	0.14	6
						597.6	3	0.014	14
						627.01	11	0.11	3
						644.50	20	0.017	17
						660.83	8	0.11	3
						688.0	3	0.011	12
						699.58	8	0.24	4
						712.71	5	0.56	17
						716.43	7	0.20	4
						728.64	7	0.24	4
						736.14	8	0.06	4
						748.05	4	0.56	20
						757.60	20	0.028	20
						788.18	10	0.0558	14
						831.80	3	2.26	11
						840.21	4	0.81	6
						850.72	8	0.12	4
						861.3	4	0.28	20
						862.60	5	0.61	6
						880.710	17	3.96	22
						945.67	3	1.53	10
						949.63	8	0.22	4
						952.33	8	0.14	4
						963.11	6	0.61	6
						965.80	20	0.08	6
						969.30	5	0.45	6
						970.4	3	0.06	6
						975.5	5	0.0725	19
						994.3	4	0.017	17
						1012.3	3	0.08	6

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1035.61	7	0.24	4
						1036.0	4	0.017	17
						1051.70	10	3.79	22
						1052.70	10	0.73	17
						1061.10	20	0.06	6
						1116.60	5	1.03	7
						1120.05	7	0.24	4
						1125.10	6	0.45	6
						1142.43	3	1.67	12
						1143.5	3	0.14	6
						1183.40	10	0.13	4
						1229.11	7	0.61	6
						1232.30	20	0.28	6
						1247.89	4	1.20	7
						1249.3	4	0.03	3
						1260.00	3	1.14	7
						1272.73	3	0.73	6
						1276.00	10	0.025	12
						1291.00	4	0.67	6
						1303.27	3	18.4	6
						1314.71	6	0.59	6
						1316.0	4	0.03	3
						1317.5	4	0.017	17
						1337.57	7	1.62	12
						1362.40	8	0.24	4
117	Cd	Cd-117	2.49	4	H	1404.40	10	0.12	3
						1408.72	3	1.28	7
						1422.27	6	0.33	6
						1430.97	5	0.558	14
						1433.50	20	0.11	9
						1450.15	7	0.61	6
						1468.90	20	0.039	12
						1475.46	7	0.42	6
						1511.90	20	0.07	4
						1521.00	12	0.09	3
						1562.24	4	1.42	7
						1563.6	4	0.08	6
						1576.62	3	11.2	4
						1578.4	3	0.14	6
						1583.10	10	0.05	3
						1596.0	4	0.03	3
						1597.3	4	0.06	6
						1652.10	20	0.28	12
						1682.07	5	0.70	6
						1685.8	3	0.039	17
						1706.93	4	1.00	7
						1723.06	3	2.01	10
						1739.13	9	0.13	4
						1748.70	20	0.08	4
						1756.80	20	0.045	23
						1856.40	10	0.25	6
						1867.30	10	0.11	3
						97.70	4	1.05	14
						99.40	10	0.10	6
						101.00	20	0.08	6
117	Cd	Cd-117m	3.36	5	H	168.63	5	0.29	6
						220.92	3	0.24	16
						292.05	3	0.10	11
						299.45	10	0.45	8
						310.26	15	0.50	11

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						313.8	4	0.024	24
						325.30	20	0.13	6
						366.91	3	3.33	25
						381.2	4	0.024	24
						408.00	20	0.09	5
						439.39	7	0.18	8
						442.9	3	0.0262	5
						460.94	4	1.62	14
						484.79	3	1.02	14
						518.8	3	0.06	3
						545.0	4	0.16	8
						564.397	16	14.7	9
						597.34	20	0.131	3
						617.50	7	0.34	8
						627.26	15	0.236	5
						631.80	4	2.80	20
						663.50	6	0.68	8
						684.6	4	0.07	4
						712.71	5	1.00	14
						730.8	4	0.1048	20
						743.9	10	0.013	14
						748.06	3	4.5	11
						762.72	4	1.73	14
						788.16	13	0.50	11
						827.60	10	0.26	8
117	Cd	Cd-117m	3.36	5	H	860.41	4	7.9	4
						880.710	17	0.7	3
						886.00	10	0.39	8
						929.30	10	0.79	14
						931.37	4	3.64	25
						957.20	10	0.39	11
						995.0	5	0.0524	10
						1029.06	3	11.7	5
						1065.98	3	23.1	7
						1120.0	3	0.13	14
						1170.71	10	0.66	14
						1196.20	10	0.39	11
						1205.5	3	0.13	4
						1208.3	4	0.05	6
						1209.0	4	0.31	
						1234.59	3	11.0	4
						1256.90	20	0.18	8
						1339.3	5	2.07	24
						1365.54	5	1.65	11
						1371.2	5	0.0314	6
						1432.91	3	13.4	4
						1442.1	3	0.0183	4
						1652.24	11	0.47	11
						1669.5	3	0.63	8
						1957.50	20	0.16	4
						1997.33	3	26.2	5
						254.39	9	0.0162	10
						335.80	9	0.075	3
						370.42	10	0.038	5
						400.01	6	0.140	7
124	Sb	Sb-124	60.20	3	D	443.96	5	0.1898	21
						468.61	10	0.050	3
						481.1	4	0.0238	19
						525.41	5	0.139	4
						530.3	4	0.0424	20

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						571.6	4	0.0191	13
						602.7276	17	98.3	4
						632.39	5	0.1051	11
						645.8538	13	7.46	3
						662.49	10	0.029	4
						709.320	13	1.360	13
						713.781	5	2.287	18
						722.7843	22	10.81	5
						735.74	3	0.128	
						765.8	3	0.01218	20
						790.711	5	0.743	6
						816.8	3	0.0732	18
						856.9	3	0.0239	10
						899.6	3	0.0173	14
						968.199	3	1.892	10
						976.23	11	0.0836	16
						1045.128	3	1.841	12
124	Sb	Sb-124	60.20	3	D	1086.32	19	0.0380	18
						1263.13	19	0.0415	18
						1301.3	3	0.0345	10
						1325.508	3	1.588	16
						1355.175	22	1.043	13
						1368.160	4	2.623	18
						1376.11	5	0.485	5
						1385.19	19	0.063	3
						1436.561	6	1.222	9
						1445.06	4	0.331	4
						1488.888	24	0.675	6
						1526.18	5	0.411	5
						1565.8	6	0.014	3
						1579.78	5	0.38	5
						1622.4	4	0.0411	10
						1690.975	4	47.79	19
						1720.30	15	0.0955	17
						1918.82	20	0.0547	16
						19.80	6	0.0206	10
						35.489	5	4.5	3
						58.43	5	0.015	12
						116.955	11	0.264	4
						172.719	8	0.193	8
						176.3140	20	6.89	7
						178.842	5	0.0340	24
						198.654	11	0.0129	6
						204.138	10	0.319	7
						208.077	5	0.249	5
125	Sb	Sb-125	2.75856	25	Y	209.32	9	0.045	3
						227.891	10	0.1320	23
						321.04	4	0.418	5
						380.452	8	1.527	17
						408.065	10	0.186	3
						427.874	4	29.8	3
						443.555	9	0.308	4
						463.365	4	10.56	11
						600.5970	20	17.77	19
						606.713	3	5.02	6
						635.950	3	11.29	15
						671.441	6	1.803	19
						234.70	10	0.035	10
125	Sn	Sn-125	9.64	3	D	258.25	10	0.02	
						270.60	5	0.11	3

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						282.45	5	0.018	6
						332.10	5	1.4	4
						350.95	5	0.26	8
						434.13	10	0.024	7
						469.85	5	1.5	4
						487.20	20	0.013	4
						524.30	5	0.010	3
						563.00	20	0.016	5
						652.60	10	0.041	11
						684.00	20	0.011	4
						800.28	5	1.1	3
						822.48	5	4.3	12
						893.40	5	0.29	8
						903.5	5	0.013	5
						915.55	5	4.1	12
						921.43	5	0.082	23
125	Sn	Sn-125	9.64	3	D	934.63	5	0.21	6
						1017.40	5	0.32	9
						1067.10	5	10.0	3
						1087.70	10	1.2	4
						1089.15	10	4.6	13
						1111.40	10	0.014	5
						1151.23	5	0.11	3
						1163.84	5	0.031	9
						1173.30	5	0.18	5
						1198.70	15	0.016	5
						1220.88	10	0.27	8
						1259.35	10	0.031	9
						1349.42	10	0.059	17
						1419.70	5	0.49	14
						1591.40	20	0.025	7
						1806.690	16	0.15	4
						1889.884	16	0.074	21
						61.10	10	1.44	14
						154.3	5	0.15	8
						252.4	3	8.5	6
						280.4	5	0.66	16
						290.8	5	2.02	16
						293.3	9	0.29	15
						310.0	7	0.26	12
						391.8	5	0.96	9
						412.1	5	3.8	5
						441.0	9	0.7	4
						445.1	5	4.3	3
						451.0	7	0.18	8
						456.0	10	0.11	8
127	Sb	Sb-127	3.85	5	D	473.0	4	25.8	16
						502.8	6	0.8	3
						543.3	5	2.9	5
						584.2	11	0.33	19
						603.5	5	4.5	3
						624.0	10	0.066	23
						637.8	5	0.44	15
						652.3	9	0.37	8
						667.5	9	0.74	9
						682.3	10	0.6	3
						685.7	5	36.8	20
						698.5	5	3.64	22
						722.2	5	1.88	15
						745.9	5	0.15	8

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						763.7	8	0.07	4
						783.7	5	15.1	9
						817.0	6	0.40	19
						820.6	6	0.22	12
127	Sb	Sb-127	3.85	5	D	924.4	9	0.52	8
						1141.6	8	0.37	8
						1155.2	10	0.040	23
						1290.3	8	0.37	12
						1377.9	9	0.07	4
						102.8	3	0.40	11
						118.4	3	0.60	11
						152.6	3	0.50	11
						204.4	10	1.00	21
						214.80	20	1.00	21
						227.30	20	1.5	3
						235.00	10	0.30	11
						249.70	20	0.60	11
						278.3	3	0.60	11
						314.10	10	61.0	5
						317.70	20	3.0	11
						322.30	20	3.0	11
						357.0	3	1.5	3
						366.1	3	1.5	3
						404.3	3	1.00	21
						445.7	3	1.5	3
						454.5	3	1.5	3
						459.5	3	1.5	3
						526.50	10	45.0	3
						582.9	3	1.00	21
						594.3	3	1.00	21
						603.0	3	1.7	4
						628.70	10	31.0	3
						636.20	10	36.0	3
						654.20	20	17.0	14
128	Sb	Sb-128	9.01	3	H	667.1	3	2.5	4
						683.9	3	3.0	11
						692.9	3	2.0	10
						727.6	3	4.0	11
						743.30	10	100.0	7
						754.00	10	100.0	7
						773.7	3	1.5	3
						802.7	3	1.20	21
						813.60	20	13.0	21
						835.8	4	1.0	10
						845.8	4	2.5	4
						860.8	4	0.40	11
						878.0	4	3.5	5
						908.8	4	1.0	10
						972.3	4	1.0	10
						1047.5	4	3.5	5
						1078.6	4	2.0	10
						1112.7	4	2.0	10
						1129.6	4	0.80	21
						1158.2	4	1.5	3
						1181.6	4	4.5	6
						1250.5	4	1.0	10
						1259.5	4	1.0	10
						1339.8	4	1.0	10
						1378.0	4	1.8	5
						1593.2	5	0.50	11

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
128	Sb	Sb-128	9.01	3	H	1685.7	5	0.50	11
						1707.9	5	0.30	11
						1785.5	5	0.40	11
129	Sb	Sb-129	4.40	1	H	96.1	7	0.17	5
						116.2	7	0.17	5
						146.6	7	0.22	5
						165.0	10	0.034	9
						180.8	5	2.54	15
						197.4	10	0.065	22
						217.2	10	0.013	9
						226.3	10	0.022	9
						232.1	10	0.301	11
						244.5	6	0.52	9
						268.6	8	0.26	5
						295.5	6	1.03	9
						313.5	10	0.84	9
						359.4	5	2.8	3
						363.0	10	0.430	10
						405.0	7	1.38	14
						434.9	10	0.09	5
						453.5	10	0.77	22
						499.6	7	0.22	9
						523.8	5	1.59	14
						544.7	3	17.9	10
						633.7	5	2.75	23
						654.3	5	3.01	23
						669.8	10	0.82	18
						683.6	3	5.79	
						737.1	10	0.39	9
						761.0	5	3.8	3
						773.4	6	2.75	23
						786.6	6	1.89	18
						812.8	5	43.0	10
						876.2	7	2.58	23
						914.6	5	20.0	12
						939.7	7	0.73	18
						950.6	10	0.022	13
						966.4	6	7.7	5
						984.3	10	0.06	22
						995.4	11	0.13	9
						1030.1	6	12.6	9
						1066.8	10	0.05	3
						1083.8	7	0.52	18
						1104.3	10	0.22	9
						1121.4	10	0.043	22
						1125.4	10	0.108	22
						1139.2	10	0.17	5
						1147		0.0215	5
						1161.8	10	0.108	22
						1167.8	10	0.26	9
						1208.5	7	0.90	13
						1223.3	10	0.17	5
						1237.4	15	0.26	9
						1257.0	18	0.34	18
						1261.3	10	0.73	18
						1273.0	15	0.26	13
						1280.8	10	0.56	13
						1300.0	12	0.26	9
						1317.2	10	0.34	9
						1325.9	10	0.52	9

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
129	Sb	Sb-129	4.40	1	H	1418.6	11	0.52	9
						1436.1	12	0.30	13
						1479.7	10	0.47	22
						1499.3	10	0.09	5
						1525.9	10	0.43	13
						1540.0	15	0.13	5
						1568.7	8	0.69	9
						1581.1	10	0.077	9
						1598.5	9	0.52	13
						1621.1	12	0.26	13
						1654.6	10	0.99	22
						1691.4	10	0.065	22
						1724.1	20	0.26	13
						1736.5	10	6	
						1752.3	10	0.04	7
						1779.5	10	0.02	9
						1841.8	10	0.22	9
						1869.9	11	0.30	9
						1916.5	12	0.04	3
						1919.2	10	0.026	9
						1936.1	10	0.034	9
						1975.0	10	0.073	13
129	Te	Te-129	69.6	2	M	27.81	5	16.3	20
						182.330	9	65.0	4
						208.96	5	0.180	13
						250.62	5	0.38	3
						258.00	20	3.9	4
						278.43	5	0.57	4
						281.26	5	0.165	12
						285.48	7	3.5	4
						303.30	20	5.8	6
						330.914	9	78.0	4
						342.88	5	0.049	4
						455.40	20	4.8	5
						459.60	5	7.7	6
						462.5	4	0.80	20
						468.00	10	18.0	10
						483.6	3	2.2	3
						487.39	5	1.42	11
						506.7	3	2.0	4
						531.83	5	0.088	7
						595.5	3	1.00	20
						624.34	5	0.097	7
						626.7	3	2.8	3
						635.7	3	1.6	3
						654.7	3	2.00	20
						658.2	3	1.7	4
						669.2	3	1.10	20
						680.9	3	6.5	7
						686.6	3	3.2	4
						732.00	10	22.0	10
						740.96	5	0.037	3
						793.40	10	100.0	5
						802.10	5	0.192	14
						804.60	13	0.022	3
						833.28	5	0.045	4
						982.27	5	0.0160	12
						1083.85	5	0.49	4
						1111.64	5	0.191	15
						1260.63	5	0.0112	9

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						829.8	3	1.8	4
						839.52	6	100.0	5
						855.7	4	1.6	3
						883.3	4	1.2	3
						914.9	4	1.8	4
						926.0	5	0.40	20
						934.90	20	19.0	10
						992.1	4	1.9	4
						1000.2	4	2.3	5
						1030.7	4	1.5	3
						1075.5	5	0.40	20
						1089.5	4	3.7	4
						1096.5	5	0.80	20
						1134.2	5	0.40	20
						1137.6	5	0.30	20
						1141.4	4	2.0	4
						1146.2	5	0.60	20
						1239.0	5	1.8	3
130	Sb	Sb-130A	39.5	8	M	1258.5	5	1.00	20
						1292.3	4	3.7	4
						1368.7	5	1.10	20
						1419.3	5	1.20	20
						1443.7	5	2.5	3
						1473.1	8	0.60	20
						1488.4	8	0.60	20
						1499.6	8	0.40	20
						1521.1	8	0.80	20
						1533.7	8	0.90	20
						1561.6	8	0.60	20
						1581.9	8	1.9	4
						1617.0	8	0.90	20
						1626.6	8	0.60	20
						1655.6	8	0.80	20
						1749.8	8	0.30	20
						1762.6	5	2.5	3
						1884.4	8	0.70	20
						1948.0	8	1.20	20
						1997.4	5	2.10	20
						80.1850	20	2.62	4
						134.60	10	2.5	10
						159.9	5	0.46	15
						177.2140	20	0.270	4
						182.250	20	0.059	4
						272.498	17	0.0578	12
						274.20	10	1.2	12
						284.305	5	6.14	7
						295.70	20	1.6	16
						301.4	3	2.4	5
131	I	I -131	8.02070	11	D	318.088	16	0.0776	17
						323.8	4	1.2	4
						324.65	3	0.0212	25
						325.789	4	0.274	22
						326.2	4	1.2	6
						358.40	20	0.016	6
						364.489	5	81.7	8
						404.814	4	0.0547	17
						433.80	20	1.9	20
						503.004	4	0.360	4
						636.989	4	7.17	10
						642.719	5	0.217	5

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
131	I	I -131	8.02070	11	D	722.911	5	1.77	3
						456.7	5	0.7	7
						619.7	3	1.6	3
						625.6	3	2.8	
						642.30	10	23.0	5
						657.9	4	4.0	4
						669.00	20	1.9	4
						726.30	10	4.0	5
						824.90	20	3	
						854.60	20	3.2	5
						866.0	10	0.46	10
						911.0	5	0.69	9
						933.10	10	25.9	21
						943.40	10	46.0	3
						958.60	10	0.60	19
						991.5	5	1.4	5
						1050.5	8	0.6	4
						1123.60	20	9.1	8
						1191.4	4	1	
						1207.40	10	3.9	4
						1233.80	20	2.3	5
						1249.10	20	0.51	24
131	Sb	Sb-131	23.03	4	M	1267.50	20	2.9	3
						1283.8	8	0.9	
						1331.8	3	0.83	11
						1360.4	3	0.46	10
						1392.2	4	0.8	3
						1398.90	20	1.34	16
						1455.10	10	0.34	9
						1470.30	20	1.43	13
						1517.2	3	1.28	13
						1538.0	5	0.34	9
						1544.2	3	0.9	4
						1553.4	4	0.6	3
						1559.0	5	0.34	9
						1573.50	20	1.16	13
						1608.80	20	1.4	3
						1722.0	5	2.40	20
						1756.10	20	1.11	16
						1821.3	6	1.20	25
						1854.4	3	4.4	
						1915.7	7	1.0	5
						1956.5	6	0.8	4
						1965.7	4	1.16	14
						1984.9	4	0.34	9
						36.83	3	0.0122	16
						62.380	20	0.037	3
						66.95	5	0.024	4
						73.32	5	0.027	4
						78.57	8	0.016	4
						79.19	3	0.130	6
						81.140	20	4.14	14
131	Te	Te-131m	30	2	H	86.430	20	0.150	6
						98.30	10	0.014	4
						100.00	10	0.075	5
						101.6	3	0.174	17
						102.060	10	8.1	3
						103.3	3	0.047	8
						105.00	20	0.028	4
						109.40	20	0.036	8

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						111.90	20	0.032	8
						113.50	10	0.012	4
						127.4	4	0.024	8
						130.50	10	0.071	8
						134.860	20	0.72	3
						137.60	20	0.08	4
						149.3	3	0.079	20
						149.710	10	5.2	7
						151.20	20	0.08	4
						155.90	20	0.039	24
						159.66	4	0.130	17
						169.70	20	0.032	8
						172.00	20	0.012	4
						177.20	20	0.067	12
						182.250	20	1.6	
						183.11	8	0.158	21
						188.13	5	0.217	13
						189.76	4	0.51	5
						190.52	6	0.118	16
						200.630	20	7.70	23
						203.4	4	0.020	8
						207.50	10	0.039	12
						210.3	3	0.016	4
						211.9	4	0.012	4
						213.98	3	0.434	23
						227.7	4	0.016	12
						230.65	5	0.197	13
						232.30	10	0.095	12
						235.00	20	0.016	12
131	Te	Te-131m	30	2	H	240.930	10	7.74	22
						253.170	20	0.663	21
						255.44	7	0.316	15
						261.40	20	0.016	4
						267.2	3	0.016	12
						269.2	3	0.12	
						278.560	20	1.82	6
						281.4	3	0.036	20
						283.20	20	0.39	4
						290.30	20	0.079	12
						296.8	3	0.051	8
						302.70	20	0.039	12
						303.90	20	0.039	8
						309.47	6	0.38	4
						323.7	4	0.016	8
						331.2	6	0.032	12
						334.270	10	9.7	3
						335.44	7	0.138	24
						342.92	5	0.39	12
						345.9	3	0.10	4
						351.30	10	0.213	21
						353.5	3	0.08	4
						354.70	10	0.233	14
						357.4	3	0.020	8
						362.3	4	0.08	4
						364.98	10	1.22	16
						375.8	3	0.012	4
						377.8	3	0.04	
						379.3	3	0.020	8
						383.90	7	0.21	4
						403.3	4	0.032	12

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						408.2	3	0.06	4
						417.40	20	0.284	21
						432.40	7	0.67	4
						452.30	4	1.6	4
						462.92	5	1.85	7
						468.16	9	0.32	4
						492.65	5	0.08	16
						506.80	20	0.091	16
						524.80	10	0.138	17
						530.70	10	0.107	20
						541.40	10	0.114	24
						546.70	20	0.039	8
						558.10	20	0.024	8
						572.70	20	0.043	24
						579.8	3	0.079	24
						586.30	3	2.01	10
						597.00	20	0.051	20
						602.09	4	0.32	12
						609.40	10	0.142	17
						637.3		0.016	16
						657.20	20	0.032	16
						665.05	3	4.42	14
						681.9	3	0.032	8
						685.90	10	0.158	13
						695.62	8	0.41	4
						702.50	7	0.399	23
						713.10	4	1.46	17
						738.80	20	0.067	12
						744.20	4	1.62	6
131	Te	Te-131m	30	2	H	749.0	8	0.016	8
						773.67	3	38.9	11
						774.10	10	0.55	8
						782.49	4	7.93	24
						793.75	3	14.1	5
						801.60	20	0.020	8
						822.78	4	6.24	18
						844.90	20	0.16	4
						848.90	20	0.039	12
						852.21	3	21.39	
						856.05	6	0.63	5
						865.10	20	0.20	4
						872.3	3	0.103	13
						881.6	3	0.036	12
						910.00	3	3.35	12
						920.62	5	1.22	9
						923.40	20	0.118	24
						930.0	4	0.020	12
						941.27	5	0.80	4
						987.80	10	0.158	13
						995.1	3	0.091	16
						999.20	10	0.174	21
						1003.60	20	0.028	16
						1005.70	20	0.075	16
						1023.60	20	0.063	8
						1035.40	20	0.107	9
						1059.69	4	1.58	6
						1072.30	20	0.024	4
						1108.3	3	0.024	8
						1114.1	3	0.012	4
						1125.46	4	11.6	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1127.96	6	0.99	9
						1148.89	7	1.8	
						1150.90	9	0.67	8
						1162.70	20	0.028	8
						1165.50	10	0.142	13
						1181.4	4	0.012	8
						1206.60	4	9.9	3
						1211.00	20	0.063	12
						1237.32	5	0.67	4
						1254.2	4	0.028	4
						1315.16	8	0.71	8
						1316.20	20	0.10	4
						1318.30	20	0.039	8
131	Te	Te-131m	30	2	H	1333.8	3	0.055	8
						1340.60	10	0.103	13
						1376.8	4	0.043	8
						1389.6	3	0.016	4
						1394.83	9	0.111	9
						1403.6	6	0.012	8
						1496.5	4	0.059	8
						1547.75	9	0.071	8
						1646.01	5	1.26	5
						1696.8	5	0.016	4
						1880.1	3	0.063	8
						1887.70	7	1.38	6
						1936.15	9	0.075	9
						1980.3	3	0.032	8
						136.7	4	0.08	
						147.40	20	0.237	20
						183.6	3	0.138	20
						234.3	6	0.030	10
						250.8	6	0.022	
						255.10	20	0.247	
						262.90	10	1.28	10
						278.4	4	0.05	
						284.90	20	0.71	7
						302.0	7	0.010	10
						306.7	4	0.12	
						310.1	4	0.05	6
						310.4	4	0.05	6
						316.7	4	0.128	20
						343.7	4	0.089	20
						351.8	4	0.079	20
132	I	I -132	2.295	13	H	363.34	5	0.49	10
						387.9	3	0.51	
						416.8	3	0.47	5
						431.8	3	0.47	5
						445.0	6	0.05	5
						446.2	3	0.60	5
						473.6	4	0.17	4
						478.2	4	0.17	4
						488.0	4	0.46	
						505.79	3	4.94	20
						522.65	9	16.0	5
						535.4	3	0.51	5
						547.20	20	1.14	8
						559.7	4	0.089	20
						572.5	4	0.059	20
						591.1	6	0.1	
						600.0	6	0.16	

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						609.8	5	0.039	10
						620.90	20	0.39	20
						621.2	3	1.58	20
						630.190	20	13.3	4
						642.2	4	0.020	20
						650.50	20	2.57	20
						667.718	3	98.70	
						669.80	20	4.6	6
						671.40	20	3.5	10
						684.40	20	0.08	4
						687.8	5	0.039	20
						706.4	7	0.020	
						727.0	3	2.2	6
						727.2	3	3.2	6
						728.40	20	1.6	4
						771.7		0.020	20
						772.600	10	75.6	13
						780.00	20	1.18	4
						784.4	4	0.38	4
						791.2	4	0.099	20
						809.50	20	2.6	3
						812.00	20	5.5	4
						831.3	5	0.025	10
						847.9	5	0.017	5
						863.00	20	0.56	5
						866.0	6	0.05	
						876.60	20	1.04	4
						886.1	5	0.025	8
						888.7	5	0.042	
132	I	I -132	2.295	13	H	904.4	5	0.013	4
						910.10	20	0.93	3
						927.4	3	0.41	4
						947.2	6	0.044	14
						954.55	9	17.6	5
						965.8	5	0.035	8
						984.20	20	0.59	4
						995.8	5	0.030	10
						1002.5	6	0.032	
						1005.4	6	0.016	5
						1009.0	4	0.046	7
						1035.00	20	0.51	5
						1049.6	4	0.046	12
						1081.8	4	0.035	8
						1086.2	4	0.079	20
						1096.9	4	0.044	8
						1112.4	4	0.065	15
						1126.5	4	0.06	
						1136.000	20	3.01	14
						1143.30	20	1.35	6
						1147.8	5	0.27	5
						1172.90	20	1.09	7
						1212.3	4	0.012	3
						1254.1	4	0.059	7
						1263.6	5	0.027	6
						1272.8	4	0.168	20
						1290.80	20	1.13	5
						1295.10	20	1.88	7
						1297.910	20	0.89	7
						1314.0	5	0.059	9
						1317.927	7	0.118	15

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1372.07	13	2.47	10
						1390.7	7	0.015	10
						1398.57	10	7.01	20
						1410.6	3	0.043	7
						1442.56	10	1.40	5
						1456.50	20	0.049	7
						1476.70	20	0.130	9
						1519.60	20	0.079	5
						1542.3	6	0.0158	20
						1592.9	3	0.047	4
						1617.90	20	0.010	5
						1644.0	6	0.013	4
						1661.4	5	0.016	3
132	I	I -132	2.295	13	H	1671.3	4	0.022	4
						1715.4	4	0.055	4
						1720.6	5	0.054	4
						1727.2	4	0.067	6
						1752.3	7	0.025	8
						1757.40	20	0.30	3
						1760.4	6	0.059	20
						1768.5	8	0.025	8
						1778.5	4	0.079	8
						1814.0	5	0.016	4
						1830.1	5	0.028	5
						1879.2	5	0.014	3
						1913.7	5	0.030	10
						1921.08	12	1.23	6
						1985.638	8	0.0118	20
						49.720	10	15.0	6
132	Te	Te-132	3.204	13	D	111.76	8	1.74	8
						116.30	8	1.96	9
						228.16	6	88.0	4
						53.1625	6	2.199	22
						79.6139	13	2.62	6
						80.9971	12	34.1	3
						160.6109	17	0.645	8
133	Ba	Ba-133	10.52	13	Y	223.2373	14	0.450	4
						276.3997	13	7.164	22
						302.8510	6	18.33	6
						356.0134	6	62.05	19
						383.8481	12	8.94	3
						150.4		0.030	7
						176.97	7	0.078	18
						245.95	8	0.035	9
						262.702	12	0.359	13
						267.173	22	0.117	7
						345.43	5	0.104	18
						361.09	6	0.11	4
						372.05	15	0.010	6
						381.59	7	0.045	5
133	I	I -133	20.8	1	H	386.85	5	0.059	5
						417.6		0.154	11
						422.910	16	0.311	12
						438.87	9	0.040	5
						510.530	11	1.83	6
						522.4		0.04	5
						529.872	11	87.0	3
						537.73	10	0.036	7
						556.17	8	0.020	3
						617.974	17	0.544	18

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
133	I	I -133	20.8	1	H	648.76	6	0.057	14
						670.10	9	0.043	6
						678.7	3	0.022	7
						680.247	15	0.650	22
						706.578	13	1.51	5
						768.382	18	0.460	17
						789.59	6	0.050	4
						820.506	24	0.155	7
						856.278	12	1.24	5
						875.329	11	4.51	15
						909.67	3	0.214	10
						911.49	6	0.046	7
						1052.296	21	0.556	19
						1060.07	6	0.138	7
						1087.71	10	0.0122	18
						1236.441	12	1.51	5
						1298.223	11	2.35	8
						1350.38	3	0.150	6
133	Te	Te-133m	55.4	4	M	20.86	1	0.4	
						39.9	1	0.29	
						47.47	1	0.22	
						50.0	2	0.083	
						52.5	3	0.017	
						74.05	1	0.38	
						81.61	1	0.32	
						86.85	2	0.044	
						88.064	3	1.3	
						92.33	3	0.2	
						94.989	2	2.9	
						97.8	1	0.13	
						110.23	7	0.083	
						112.26	15	0.11	
						116.44	9	0.3	
						119.58	15	0.1	
						136.64	5	0.15	
						150.80	2	0.96	
						157.6	1	0.11	
						164.40	1	0.967	
						169.025	5	5.3	
						176.9	5	0.2	
						177.2	2	0.2	
						178.0	2	0.3	
						184.77	10	0.2	
						193.39	2	0.591	
						198.18	8	0.2	
						200.65	8	0.4	
						201.0	1	0.2	
						213.48	1	2.2	
						214.0	1	0.2	
						221.1	1	0.24	
						224.21	7	0.2	
						230.1	2	0.3	
						235.0	1	0.2	
						240.9	2	0.3	
						244.41	6	0.3	
						248.9	5	0.033	
						251.38	13	0.3	
						257.82	4	0.4	
						261.626	7	7.85	
						278.00	11	0.55	

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						281.2	5	0.1	
						284.5	3	0.2	
						294.82	13	0.2	
						307.9	1	0.3	
						312.072	3	2.2	
						314.24	16	0.4	
						318.8	5	0.2	
						322.4	2	0.1	
						326.0	4	0.3	
						334.245	5	3.3	
						334.27	4	7.2	13
						342.8	3	0.5	
						344.39	5	0.72	
						345.6	4	0.2	
						347.31	4	0.66	
						355.4	1	0.647	
						360.8	6	0.044	
						363.06	7	0.5	
						367.9	2	0.2	
						368.5	2	0.1	
						369.3	2	0.1	
						376.8	1	0.2	
						384.0	7	0.2	
						392.0	2	0.1	
						396.97	4	0.72	
						406.0	1	0.4	
						413.2	2	0.66	
						415		0.1	
						429.03	5	2.2	
133	Te	Te-133m	55.4	4	M	435.28	5	1.2	
						444.94	2	2	
						458.0	7	0.1	
						462.23	3	1.5	
						464.0	5	0.3	
						471.87	4	0.83	
						474.7	4	0.1	
						478.62	6	0.94	
						487.40	6	0.55	
						492.96	15	0.77	
						495.0	1	0.19	
						507.2	3	0.4	
						519.7	1	0.3	
						525.63	14	0.3	
						532.40	5	0.88	
						534.88	4	1.1	
						540.3	2	0.3	
						555.0	2	0.1	
						565.3	5	0.066	
						574.11	3	1.92	
						581.38	15	0.5	
						586.4	3	0.3	
						601.5	2	0.13	
						602.1	2	0.017	
						605.11	4	1.3	
						607.3	8	0.2	
						621.3	5	0.5	
						623.3	2	0.3	
						629.0	1	0.3	
						632.0	4	0.3	
						636.5	4	0.2	

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						642.33	9	0.88	
						647.51	2	19.4	
						653.3	6	0.61	
						663.2	2	0.11	
						681.0	1	0.1	
						698.1	1	0.94	
						702.91	4	2.4	
						710.4	1	0.72	
						718.9	2	0.83	
						723.5	2	0.3	
						724	1	0.1	
						731.88	1	0.61	
						734.00	4	1.8	
						734.1	1	0.072	
						739.79	15	0.61	
						742.9	2	0.4	
						753.3	2	0.3	
						756.8	4	0.3	
						779.67	4	1.8	
						782.11	13	0.3	
						789.7	3	0.4	
						791.7	9	0.1	
						792.6	9	0.1	
						792.9	9	0.1	
						794.7	9	1.1	
						795.9	9	0.1	
						800.54	5	1.1	
						805.1	3	0.2	
						816.34	8	0.77	
133	Te	Te-133m	55.4	4	M	819.3	3	0.2	
						827.05	9	0.55	
						851.7	5	0.1	
						859	1	0.1	
						863.955	9	15.6	
						882.70	5	2.2	
						884.80	6	1.98	
						888.53	15	0.83	
						889.9	3	0.3	
						891.4	1	1.1	
						912.671	4	55.28	
						914.774	12	10.9	
						945.2	2	0.61	
						949.2	3	0.66	
						970.5	2	0.3	
						972.64	11	0.55	
						978.30	4	4.9	
						980.26	5	1.5	
						995.09	2	0.5	
						996.1	3	0.4	
						1007.5	2	0.66	
						1015.1	3	0.1	
						1029.88	6	1.2	
						1035.5	1	0.1	
						1053.7	3	0.2	
						1059.8	5	0.06	
						1061.89	6	1.7	
						1078.13	15	0.2	
						1079.63	14	0.55	
						1090.5	2	0.1	
						1098.4	2	0.88	

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1103.9	3	0.1	
						1134.88	15	0.3	
						1137.3	5	0.3	
						1142.74	9	1.3	
						1174.0	5	0.4	
						1198	1	0.2	
						1204.2	2	0.2	
						1227.5	8	0.2	
						1229.6	3	0.2	
						1252.0	2	0.3	
						1299.2	2	0.2	
						1307.2	2	0.4	
						1334	1	0.3	
						1348.87	5	1.5	
						1372.3	5	0.3	
						1392.3	5	0.1	
						1405.0	9	0.1	
						1455.0	1	0.72	
						1456.0		0.1	
						1458.9	2	0.2	
133	Te	Te-133m	55.4	4	M	1506.2	8	0.3	
						1516.26	8	1.3	
						1537.0	8	0.088	
						1552	1	0.2	
						1570.0	3	0.1	
						1573.5	2	0.3	
						1581.0	8	0.2	
						1587.66	6	1.4	
						1643.6	5	0.3	
						1646.2	3	0.3	
						1683.23	2	4.1	
						1693.3	3	0.011	
						1704.4	1	0.72	
						1773.2	1	0.66	
						1797.5	2	0.18	
						1870.8	1	0.55	
						1881.2	2	0.2	
						1885.62	7	0.99	
						1892.98	8	0.15	
						1914	1	0.055	
						1967.8	2	0.2	
						1974.6	2	0.039	
133	Xe	Xe-133m	2.19	1	D	233.221	18	10.00	
						242.738	8	0.027	3
						326.589	13	0.0162	10
						475.3650	20	1.486	10
						563.246	5	8.35	4
						569.331	3	15.38	6
134	Cs	Cs-134	2.0648	10	Y	604.7210	20	97.62	3
						795.864	4	85.53	4
						801.953	4	8.69	4
						1038.610	7	0.988	4
						1167.968	5	1.789	7
						1365.185	7	3.014	12
						135.399	22	4.3	3
						139.03	3	0.75	4
134	I	I -134	52.5	2	M	151.98	15	0.106	12
						162.48	7	0.29	3
						188.47	4	0.76	6
						217.00	20	0.23	3

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						235.47	3	2.13	16
						278.80	15	0.143	19
						319.81	6	0.46	3
						351.08	10	0.42	7
						405.451	20	7.35	20
						411.00	8	0.57	4
						433.35	3	4.14	15
						458.92	6	1.31	6
						465.50	10	0.36	4
						488.88	4	1.45	6
						514.40	3	2.23	9
						540.83	3	7.63	20
						565.52	4	0.94	7
						570.75	15	0.31	8
						595.362	20	11.1	4
						621.79	3	10.6	4
						627.96	3	2.21	14
						677.34	3	7.9	3
						706.65	10	0.83	6
						730.74	4	1.82	8
						739.18	8	0.69	5
						766.68	4	4.14	13
						816.38	7	0.62	7
						847.03	3	95.4	20
						857.29	3	6.68	20
						864.0	3	0.19	3
						884.09	3	64.9	20
						922.6	3	0.14	3
						947.86	4	4.00	13
134	I	I -134	52.5	2	M	966.90	5	0.39	4
						974.67	4	4.77	20
						1040.25	10	2.02	15
						1052.2	3	0.067	19
						1058.8	3	0.10	3
						1072.55	3	14.9	5
						1087.00	20	0.086	19
						1100.07	12	0.69	6
						1103.18	12	0.80	6
						1136.16	4	9.1	6
						1159.10	8	0.34	3
						1164.0	3	0.13	3
						1183.2	5	0.06	7
						1190.03	8	0.35	3
						1225.5	3	0.067	19
						1239.0	3	0.21	6
						1243.8	3	0.076	19
						1269.49	5	0.56	4
						1322.4	3	0.10	4
						1336.00	20	0.14	3
						1352.62	8	0.41	3
						1395.0	10	0.076	19
						1407.40	20	0.095	19
						1414.3	5	0.22	6
						1428.2	3	0.17	4
						1431.4	3	0.17	4
						1455.24	5	2.29	19
						1470.00	7	0.75	4
						1505.5	4	0.11	4
						1541.51	7	0.51	4
						1613.80	4	4.29	20

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1629.24	8	0.19	4
						1644.25	7	0.39	4
						1655.19	10	0.23	3
						1741.49	5	2.56	16
134	I	I -134	52.5	2	M	1806.84	4	5.53	20
						1868.50	20	0.067	19
						1893.2	3	0.057	10
						1925.88	10	0.18	3
						1947.3	3	0.095	19
						29.60		0.015	15
						76.83	6	0.274	25
						79.445	12	20.9	9
						101.42	3	0.38	9
						131.05	20	0.18	6
						137.0	4	0.09	6
						180.891	15	18.3	8
						183.05	12	0.6	3
						201.235	15	8.9	4
						210.465	16	22.7	14
						259.8	3	0.44	9
						277.951	8	21.2	11
						435.06	4	18.9	11
134	Te	Te-134	41.8	8	M	460.997	22	9.7	7
						464.64	5	4.7	4
						565.992	13	18.6	11
						636.26	10	1.68	22
						645.40	10	0.89	10
						665.85	10	1.18	18
						712.97	5	4.7	6
						742.586	18	15.3	8
						767.200	20	29.5	15
						844.06	5	1.2	3
						896.02	10	0.44	12
						925.55	7	1.48	16
						1027.00	10	0.44	12
						112.8		0.0126	4
						162.65	11	0.010	3
						165.74	6	0.031	3
						184.49	8	0.0235	25
						197.19	7	0.033	3
						220.502	15	1.75	7
						229.72	3	0.241	8
						247.5	3	0.029	9
						254.74	13	0.023	9
						264.26	9	0.184	7
						288.451	16	3.10	12
						290.27	4	0.304	20
135	I	I -135	6.57	2	H	304.91	13	0.032	3
						305.83	9	0.095	4
						333.60	20	0.037	3
						361.85	13	0.187	24
						403.03	4	0.232	8
						414.83	3	0.301	18
						417.633	22	3.53	12
						429.93	3	0.304	23
						433.741	19	0.554	23
						451.63	3	0.316	18
						530.8	4	0.032	15
						546.557	16	7.15	24
						575.97	8	0.129	24

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						588.28	6	0.052	15
						616.90	20	0.037	18
						649.85	4	0.46	3
						656.09	10	0.075	15
						679.22	15	0.055	15
						684.60	20	0.023	9
						690.13	5	0.129	15
						707.92	4	0.66	4
						785.48	5	0.152	18
						795.5	4	0.023	23
						797.71	8	0.17	3
						807.2	3	0.046	18
						836.804	16	6.69	23
						960.3		0.03	3
						961.4		0.15	3
						972.0		0.89	4
						972.6		1.21	5
						995.09	10	0.15	3
						1038.760	21	7.9	3
						1096.86	10	0.089	15
						1101.58	3	1.61	6
						1124.00	3	3.62	12
						1131.511	18	22.6	8
						1159.90	20	0.103	24
						1169.04	4	0.88	4
135	I	I -135	6.57	2	H	1180.46	9	0.063	9
						1225.6	3	0.043	18
						1240.47	3	0.90	4
						1260.409	17	28.7	10
						1277.83	12	0.057	4
						1308.70	15	0.034	9
						1315.77	11	0.066	18
						1334.80	20	0.032	9
						1343.66	9	0.077	12
						1367.89	4	0.61	3
						1416.3	4	0.032	9
						1441.8	5	0.017	12
						1448.35	10	0.32	3
						1457.56	3	8.7	3
						1502.79	4	1.08	5
						1521.99	13	0.037	18
						1543.70	20	0.026	9
						1566.41	3	1.29	5
						1613.75	14	0.026	6
						1678.027	21	9.6	4
						1706.459	21	4.10	18
						1742.0	4	0.017	6
						1791.196	21	7.72	25
						1830.69	4	0.58	3
						1927.30	3	0.296	15
						1948.49	5	0.063	6
						158.197	18	0.289	14
						200.19	10	0.012	5
						249.794	15	90.0	3
						358.39	3	0.221	11
135	Xe	Xe-135	9.14	2	H	373.13	10	0.015	3
						407.990	20	0.358	17
						608.185	15	2.90	14
						654.432	16	0.0450	24
						731.520	20	0.055	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
135	Xe	Xe-135	9.14	2	H	812.63	3	0.070	3
135	Xe	Xe-135m	15.29	5	M	526.561	17	80.0	5
						66.881	17	4.79	20
						86.36	3	5.18	20
						109.681	7	0.21	3
						153.246	4	5.75	18
						163.9200	20	3.39	12
						166.576	6	0.37	4
						176.602	4	10.0	4
						187.285	6	0.36	4
						233.5	4	0.080	10
						273.646	8	11.1	4
						302.4	4	0.030	10
136		Cs-136	13.16	3	D	315.5	5	0.020	18
						319.911	8	0.50	5
						340.547	8	42.2	13
						490.00	20	0.080	20
						507.188	10	0.97	3
						733.0	5	0.020	
						818.514	12	99.70	
						1048.073	20	80.0	3
						1235.362	23	20.0	7
						1321.6	4	0.050	20
						1538.09	20	0.100	20
						1551.30	20	0.015	5
137		Cs-137	30.04	3	Y	661.657	3	85.10	20
						112.60	13	0.130	23
						138.10	6	1.49	9
						191.96	6	0.50	4
						193.89	8	0.328	23
						212.32	8	0.175	14
	Cs					227.76	6	1.51	4
						324.90	8	0.290	19
						333.86	16	0.089	16
						363.93	8	0.244	23
						365.29	13	0.191	23
						368.7	4	0.022	9
						408.98	6	4.66	10
						421.59	7	0.427	23
						462.796	5	30.7	7
						516.74	12	0.43	5
						547.001	5	10.76	24
138		Cs-138	33.41	18	M	575.7	4	0.021	9
						596.2	4	0.026	10
						683.59	15	0.108	14
						702.92	17	0.084	13
						717.7	3	0.040	13
						754.5	4	0.034	13
						766.10	12	0.146	15
						773.31	10	0.233	19
						782.08	9	0.33	3
						797.7	5	0.053	23
						802.6	3	0.038	23
						813.0	3	0.060	18
						842.21	16	0.082	12
						855.6	5	0.023	10
						871.80	8	5.11	14
						880.8	3	0.11	3
						935.03	12	0.181	16
						946.0	5	0.031	13

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						953.0	3	0.053	15
						1009.78	8	29.8	7
						1041.4	3	0.063	17
						1054.32	15	0.159	19
						1147.22	9	1.24	7
						1199.15	24	0.17	3
						1203.69	13	0.40	4
						1264.94	16	0.137	17
						1343.59	9	1.14	6
						1359.1	5	0.048	19
						1386.39	21	0.076	12
						1415.68	13	0.37	3
138	Cs	Cs-138	33.41	18	M	1435.86	9	76.3	16
						1445.0	3	0.97	19
						1495.63	23	0.18	4
						1555.31	10	0.366	23
						1614.09	20	0.137	23
						1717.1	3	0.107	23
						1727.68	18	0.111	13
						1748.7	5	0.07	3
						1778.25	23	0.137	23
						1806.65	18	0.092	11
						1821.7	3	0.045	10
						1903.2	4	0.046	14
						1941.0	3	0.079	16
						165.8575	11	24.	4
139	Ba	Ba-139	83.06	28	M	1254.70	20	0.026	4
						1310.60	20	0.0159	18
						1420.50	20	0.26	4
139	Ce	Ce-139	137.641	20	D	165.8575	11	79.90	
						13.846	15	1.22	17
						29.9660	10	14.1	5
						113.51	3	0.0161	13
						118.837	3	0.061	8
140	Ba	Ba-140	12.752	3	D	132.6870	10	0.202	5
						162.6600	10	6.22	8
						304.849	3	4.29	5
						423.7220	10	3.15	4
						437.5750	20	1.929	10
						537.261	9	24.39	8
						64.135	10	0.0143	19
						68.916	6	0.0754	19
						109.422	11	0.219	4
						131.117	8	0.467	10
						173.543	9	0.127	4
						241.93	3	0.414	8
						266.543	12	0.466	8
						306.90	20	0.025	7
						328.762	8	20.3	3
140	La	La-140	1.6781	7	D	397.52	5	0.073	5
						432.493	12	2.90	3
						438.5	5	0.039	10
						487.021	12	45.5	6
						618.12	5	0.037	4
						751.637	18	4.33	4
						815.772	19	23.28	20
						867.846	20	5.50	7
						919.550	23	2.66	3
						925.189	21	6.90	7
						950.99	3	0.519	7

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						992.9	5	0.013	5
						1045.05	24	0.025	15
						1097.20	23	0.023	5
						1303.5	4	0.042	7
140	La	La-140	1.6781	7	D	1405.20	17	0.059	7
						1596.21	4	95.4	15
						1877.29	19	0.041	4
						1924.62	13	0.0134	19
						2521.40	5	3.46	4
141	Ce	Ce-141	32.508	1	D	145.4433	14	48.29	20
						662.06	6	0.0259	23
						1354.52	9	1.64	15
141	La	La-141	3.92	3	H	1497.00	10	0.0182	17
						1693.30	10	0.074	7
						1739.00	10	0.0156	15
						105.9	3	0.1422	15
						173.5	3	0.09	5
						178.3	3	0.19	5
						297.9	3	0.05	5
						318.0	3	0.05	5
						332.1	4	0.05	5
						339.5	4	0.09	5
						341.7	4	0.05	5
						350.3	3	0.024	24
						355.3	3	0.024	24
						361.1	3	0.0948	10
						367.30	20	0.1422	15
						393.60	20	0.1896	20
						420.20	20	0.237	3
						433.30	20	0.379	4
						439.0	5	0.05	5
						453.7	5	0.0948	10
						514.7	4	0.14	5
						529.4	6	0.05	5
						531.60	20	0.1422	15
						538.3	5	0.0474	5
						546.00	20	0.024	24
142	La	La-142	91.1	5	M	570.6	5	0.05	5
						578.09	4	1.33	5
						639.5	4	0.09	5
						641.285	9	47.4	5
						646.2	7	0.14	10
						677.0	6	0.05	5
						681.2	6	0.05	5
						692.4	6	0.0948	10
						793.1	4	0.05	5
						861.6	7	1.66	5
						878.2	4	0.1896	20
						894.9	4	8.34	17
						915.6	5	0.05	5
						946.9	4	0.0948	10
						962.2	4	0.38	5
						989.8	5	0.0948	10
						1006.70	20	0.237	3
						1011.4	3	3.93	11
						1020.8	4	0.024	24
						1039.4	3	0.0948	10
						1043.7	5	2.70	6
						1058.4	4	0.0948	10
						1069.4	5	0.09	5

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1072.2	8	0.09	5
						1089.9	7	0.1422	15
						1091.2	8	0.0948	10
						1100.7	8	0.0474	5
						1104.8	8	0.0474	5
						1112.9	5	0.05	5
						1117.7	5	0.024	24
						1121.2	6	0.0474	5
						1130.6	5	0.47	5
						1144.2	4	0.024	24
						1160.2	5	1.71	5
						1176.4	4	0.1422	15
						1191.1	4	0.379	4
						1205.7	5	0.0474	5
						1214.0	5	0.05	5
						1231.3	5	0.05	5
						1233.1	6	1.90	6
						1242.0	4	0.237	3
						1264.7	4	0.0948	10
						1280.1	4	0.024	24
						1283.2	5	0.024	24
						1288.5	4	0.024	24
						1323.2	5	0.33	5
						1348.7	5	0.024	24
						1352.6	5	0.0948	10
						1363.0	5	2.13	6
						1372.9	7	0.05	5
142	La	La-142	91.1	5	M	1389.3	8	0.43	5
						1393.0	8	0.1422	15
						1402.2	5	0.1422	15
						1445.5	5	0.1422	15
						1455.1	5	0.0948	10
						1461.2	5	0.95	5
						1494.1	7	0.1422	15
						1500.3	6	0.0948	10
						1516.3	6	0.43	5
						1524.6	7	0.47	5
						1540.2	7	0.47	10
						1545.8	5	2.99	15
						1618.2	7	0.284	3
						1628.5	7	0.024	24
						1644.3	7	0.237	3
						1688.6	8	0.237	3
						1722.7	8	1.52	5
						1756.4	8	2.70	6
						1768.2	7	0.24	5
						1770.8	7	0.19	5
						1793.8	7	0.024	24
						1846.2	8	0.05	5
						1887.3	8	0.14	10
						1901.3	7	7.16	17
						1923.3	7	0.19	5
						1933.6	7	0.1422	15
						1949.4	9	0.38	5
						1961.5	9	0.1422	15
						57.356	7	11.7	4
						139.742	17	0.077	5
143	Ce	Ce-143	33.10	5	H	231.5500	20	2.05	5
						293.2660	20	42.8	5
						350.619	3	3.23	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
143	Ce	Ce-143	33.10	5	H	371.29	3	0.025	3
						389.640	20	0.0364	18
						432.999	6	0.159	4
						446.02	9	0.015	3
						447.450	20	0.060	3
						490.368	5	2.16	3
						497.810	20	0.045	3
						556.870	10	0.0317	18
						587.200	20	0.267	4
						614.22	3	0.0120	13
						664.571	15	5.69	7
						721.929	13	5.39	7
						791.070	20	0.0133	5
						806.340	20	0.0287	9
						809.980	20	0.0312	9
						880.460	10	1.031	13
						937.820	10	0.0261	13
						1002.850	10	0.0753	19
						1031.22	3	0.0201	9
						1046.78	4	0.0120	9
						1060.220	20	0.0364	14
						1103.250	20	0.415	6
144	Ce	Ce-144	284.91	5	D	33.568	10	0.200	23
						40.98	10	0.257	16
						53.395	5	0.100	8
						80.120	5	1.36	6
						99.961	15	0.040	5
						133.5150	20	11.09	20
144	Pr	Pr-144	17.28	5	M	696.510	3	1.342	14
						1489.160	5	0.278	5
145	Pr	Pr-145	5.984	10	H	72.500	4	0.261	15
						318.666	6	0.0138	4
						352.481	5	0.0368	9
						492.624	5	0.0252	8
						623.502	6	0.0238	8
						657.668	5	0.0641	16
						675.795	5	0.514	12
						707.949	12	0.0100	5
						748.278	5	0.525	10
						848.237	17	0.0725	20
						920.710	5	0.146	4
						978.969	15	0.256	7
						1051.412	5	0.175	5
						1150.258	3	0.194	6
						1161.04	4	0.0150	6
147	Nd	Nd-147	10.98	1	D	91.1050	20	27.9	11
						120.48	5	0.40	5
						154.0	10	0.03	3
						196.64	4	0.204	19
						275.374	15	0.80	6
						319.411	18	1.95	14
						398.155	20	0.87	7
						410.48	3	0.140	10
						439.895	22	1.20	10
						489.24	3	0.153	11
						531.016	22	13.1	9
						589.35	4	0.046	5
						594.80	3	0.265	20
						680.52	15	0.020	5
						685.90	4	0.81	6

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						30.00	3	0.017	5
						36.70		0.018	8
						58.883	20	1.30	22
						65.23		0.016	6
						65.42		0.031	11
						74.32	3	1.11	24
						74.66	10	0.98	16
						75.69	6	0.228	23
						94.88	10	0.041	13
						96.90		0.034	13
						97.001	12	1.45	12
						107.79	3	0.085	16
						112.52	4	0.119	17
						114.314	11	19.2	15
						116.930	24	0.11	4
						122.415	13	0.256	19
						126.630	18	0.111	9
						137.05	3	0.062	6
						139.210	12	0.51	3
						141.06	7	0.039	3
						155.1		0.034	16
						155.873	9	5.9	3
						176.3		0.049	11
						177.818	18	0.155	17
						185.49	3	0.104	7
						188.640	8	1.79	11
						188.8		0.0104	4
						192.026	9	0.57	3
						197.4		0.0130	5
149	Nd	Nd-149	1.728	1	H	198.0		0.049	6
						198.928	8	1.39	7
						208.147	9	2.55	10
						211.309	7	25.9	15
						213.947	16	0.40	3
						226.847	19	0.163	9
						229.566	9	0.482	23
						239.6		0.0130	5
						240.220	7	3.94	22
						245.5		0.21	11
						245.72	5	0.80	21
						250.83	4	0.034	3
						254.228	22	0.085	5
						258.067	13	0.376	18
						263.4		0.0233	9
						267.693	8	6.0	3
						270.166	7	10.7	5
						273.24	4	0.18	8
						273.5		0.08	4
						275.437	11	0.65	3
						276.960	17	0.342	17
						282.4		0.017	7
						282.456	10	0.62	3
						287.7		0.013	6
						288.194	10	0.69	4
						294.802	10	0.57	3
						301.128	14	0.376	18
						310.979	13	0.510	24
						326.554	10	4.56	21
						329.2		0.021	11
						342.81	10	0.083	19

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						347.843	18	0.161	8
						349.231	9	1.38	7
						352.78	3	0.054	4
						357.03	4	0.047	4
						358.49	10	0.010	6
						360.052	18	0.153	8
						366.634	14	0.54	3
						380.8		0.052	4
						384.687	16	0.267	13
						396.76	4	0.073	4
						399.1		0.015	6
						423.553	10	7.4	5
						425.22	3	0.272	15
						432.7		0.013	6
						439.6		0.036	16
						443.551	11	1.15	7
						443.7		0.0104	4
						462.34	10	0.041	21
						470.5		0.010	6
						480.32	5	0.041	3
						483.59	5	0.067	4
						493.85	5	0.060	6
						498.1		0.010	3
						498.6		0.036	3
						510.30	5	0.062	16
						515.75	9	0.036	6
						527.6		0.012	4
						533.20	4	0.091	7
						536.6		0.047	21
149	Nd	Nd-149	1.728	1	H	540.509	10	6.6	4
						547.1		0.016	8
						547.4		0.010	6
						555.88	9	0.59	4
						556.83	9	0.44	6
						558.0		0.0104	4
						567.6		0.017	4
						579.28	3	0.075	6
						582.9		0.018	8
						583.03	3	0.049	13
						594.40	5	0.028	3
						598.06	5	0.028	3
						606.67	16	0.010	6
						630.237	19	0.189	8
						635.7		0.067	14
						636.2		0.052	11
						651.0		0.06	3
						653.9		0.0181	7
						654.831	13	8.0	5
						657.2		0.018	8
						671.56	10	0.010	4
						673.58	7	0.011	3
						675.79	4	0.0254	21
						686.943	21	0.088	7
						696.264	21	0.171	13
						712.59	3	0.070	6
						718.43	4	0.049	6
						727.88	5	0.0163	20
						740.57	3	0.0142	6
						749.63	5	0.0135	17
						754.291	21	0.039	3

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						761.46	5	0.028	3
						768.172	21	0.060	6
						786.73	4	0.0101	14
						793.43	3	0.0225	21
						808.843	20	0.189	15
						809.6		0.0155	6
						813.19	8	0.0114	19
						832.09	5	0.023	3
						837.40	3	0.031	3
						842.847	23	0.052	6
						849.93	3	0.0218	20
						861.54	3	0.0176	20
						865.00	5	0.013	7
						871.375	23	0.034	3
						911.3		0.0155	6
149	Nd	Nd-149	1.728	1	H	923.874	23	0.101	9
						929.8	3	0.0109	14
						945.80	3	0.0215	20
						963.95	3	0.025	3
						978.8		0.016	6
						979.013	23	0.078	11
						992.83	6	0.0148	17
						1022.78	3	0.104	9
						1041.95	3	0.028	3
						1075.95	4	0.021	3
						1078.76	3	0.063	8
						1100.77	3	0.049	6
						1123.47	8	0.0150	24
						1125.32	5	0.030	4
						1150.08	8	0.0231	25
						1234.12	4	0.026	4
						22.520	10	0.025	25
						277.090	20	0.0288	23
						285.950	10	3.10	20
						535.90	5	0.0115	10
						558.37	4	0.0152	14
						568.36	7	0.0186	18
149	Pm	Pm-149	53.08	5	H	590.880	10	0.069	6
						613.92	6	0.0149	14
						808.11	5	0.0164	17
						830.53	7	0.033	4
						833.40	7	0.033	4
						859.46	6	0.109	8
						881.98	5	0.0239	18
						25.690	20	0.97	8
						35.2	3	0.034	25
						59.93	4	0.0248	25
						62.910	20	0.207	18
						64.880	10	1.89	18
						65.830	10	1.15	11
						69.700	20	0.47	5
151	Pm	Pm-151	28.40	4	H	76.220	20	0.203	18
						88.80	9	0.0124	17
						92.97	4	0.034	3
						98.050	20	0.36	4
						98.74	8	0.059	10
						100.020	10	2.54	19
						100.6	3	0.012	4
						101.930	10	1.28	11
						102.7	5	0.032	16

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						104.840	10	3.5	3
						109.560	20	0.086	8
						121.77	4	0.090	10
						125.2	3	0.0182	
						130.430	20	0.068	6
						134.22	20	0.0203	22
						138.38	12	0.041	5
						138.9	3	0.027	7
						139.280	20	0.50	5
						141.7	5	0.010	4
						143.17	3	0.214	16
						143.2	3	0.010	4
						146.2	4	0.017	3
						147.53	3	0.153	11
						148.50	12	0.054	5
						155.50	20	0.025	5
						156.18	5	0.149	15
						162.940	20	0.88	8
						163.580	20	1.55	13
						167.750	20	8.3	6
						168.39	5	0.92	10
						176.52	3	0.86	8
						177.160	10	3.8	3
						186.590	20	0.180	24
						195.50	20	0.027	7
						201.960	20	0.88	6
						204.17	3	0.131	13
						206.70	20	0.036	7
						209.000	10	1.73	14
151	Pm	Pm-151	28.40	4	H	227.180	20	0.34	3
						227.81	15	0.050	16
						229.01	15	0.023	5
						232.430	20	1.03	10
						232.7	3	0.088	21
						236.20	20	0.095	17
						236.60	10	0.160	20
						236.70	20	0.19	5
						237.10	20	0.52	10
						240.090	10	3.8	3
						247.10	20	0.018	5
						247.80	20	0.029	5
						254.28	3	0.169	18
						258.110	20	0.56	5
						261.4	3	0.011	4
						270.72	3	0.068	8
						275.210	20	6.8	6
						277.62	10	0.061	14
						280.09	3	0.232	21
						290.750	10	0.83	8
						292.4	3	0.011	7
						294.8	3	0.014	5
						295.2	3	0.016	5
						297.80	5	0.038	5
						301.80	20	0.014	5
						302.5	3	0.027	7
						302.8	3	0.025	5
						306.74	6	0.239	17
						308.97	8	0.081	10
						310.80	20	0.053	
						314.92	10	0.063	8

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						321.87	10	0.097	12
						323.940	10	1.22	11
						325.2	3	0.015	4
						325.80	10	0.106	15
						329.0	8	0.014	7
						329.750	20	0.221	17
						340.080	10	22.5	9
						341.0	3	0.074	19
						344.900	10	2.12	14
						346.10	20	0.038	10
						349.81	3	0.142	15
						352.3	3	0.016	5
						353.32	10	0.106	12
						358.40	20	0.015	3
						360.9	3	0.011	3
						369.00	20	0.016	3
						374.20	20	0.022	5
						376.9	3	0.016	5
						378.5	3	0.010	5
						379.86	3	0.95	8
						381.2	3	0.020	7
						390.67	6	0.054	5
						395.63	10	0.043	5
						398.90	20	0.032	5
						404.74	6	0.065	8
						407.03	3	0.187	16
						410.75	7	0.063	8
						415.7	3	0.022	5
						416.8	4	0.016	5
151	Pm	Pm-151	28.40	4	H	420.65	6	0.056	8
						424.55	6	0.050	7
						425.6	4	0.010	3
						427.25	4	0.063	8
						429.1	3	0.016	7
						440.850	20	1.51	11
						443.8	3	0.023	9
						445.680	20	4.0	3
						448.7	3	0.020	9
						451.400	20	0.29	3
						452.2	5	0.014	5
						454.4	4	0.014	5
						456.05	13	0.038	7
						462.24	13	0.036	5
						467.2	6	0.011	5
						470.5	3	0.018	7
						471.30	20	0.018	7
						471.4	5	0.014	5
						477.75	4	0.095	10
						487.10	20	0.017	5
						490.26	5	0.126	11
						494.9	4	0.011	5
						495.5	4	0.014	5
						507.27	14	0.047	7
						516.25	6	0.194	16
						521.10	20	0.032	5
						532.50	20	0.034	5
						537.65	11	0.045	7
						550.7	3	0.016	3
						554.2	3	0.016	3
						562.1	3	0.019	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						565.00	4	0.353	25
						572.50	20	0.052	12
						573.20	20	0.029	7
						574.97	7	0.117	11
						583.10	20	0.026	4
						593.6	4	0.0101	21
						597.70	10	0.079	10
						603.0	6	0.011	4
						605.9	5	0.010	3
						609.25	10	0.047	5
						620.60	20	0.072	8
						636.20	3	1.42	11
						654.25	6	0.241	19
						655.6	5	0.011	5
						661.55	15	0.023	9
						663.50	10	0.095	10
						668.70	20	0.36	5
						669.20	20	0.29	5
						671.28	3	0.90	8
						678.30	15	0.045	5
						699.0	8	0.019	6
						704.24	8	0.34	3
						709.25	6	0.137	13
151	Pm	Pm-151	28.40	4	H	712.00	10	0.095	10
						717.72	8	4.1	3
						719.0	5	0.011	4
						736.12	10	0.47	5
						740.80	20	0.023	5
						752.82	8	1.28	11
						769.10	8	0.106	10
						772.76	8	0.90	8
						785.10	7	0.221	18
						795.74	9	0.059	5
						807.90	6	0.56	5
						811.80	10	0.068	8
						817.70	20	0.26	
						822.45	11	0.034	10
						848.65	7	0.281	24
						877.70	10	0.101	10
						883.68	13	0.045	5
						898.58	12	0.0248	25
						911.25	15	0.026	3
						948.72	7	0.35	3
						953.41	11	0.097	10
						959.7	3	0.063	8
						968.90	20	0.0146	17
						121.7817	3	28.58	9
						125.69	13	0.016	6
						148.010	17	0.037	4
						212.568	15	0.0198	6
						244.6975	8	7.58	3
						251.630	7	0.072	3
152	Eu	Eu-152	13.537	6	Y	271.131	8	0.0729	23
						275.449	15	0.0335	22
						295.9392	17	0.447	6
						315.174	17	0.0507	15
						324.83	3	0.072	4
						329.425	21	0.128	8
						340.40	14	0.036	3
						344.2785	12	26.5	6

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						367.7888	16	0.861	11
						411.1164	11	2.234	25
						416.048	8	0.1100	19
						440.86	10	0.0267	
						443.965	3	3.148	
						482.31	3	0.0306	
						488.6793	20	0.419	4
						493.508	20	0.0392	
						503.474	5	0.149	9
						520.227	5	0.052	4
						523.13	5	0.0150	16
						526.881	20	0.0131	7
						534.245	7	0.0427	12
						556.56	3	0.0185	14
						563.990	7	0.489	7
						566.439	5	0.1290	19
						586.265	3	0.459	8
						595.61	12	0.032	11
						656.487	5	0.1448	19
						664.78	5	0.0166	24
						671.155	17	0.0195	16
						674.675	3	0.189	
						678.623	5	0.471	7
						686.61	5	0.0193	16
						688.670	5	0.857	9
						696.87	19	0.016	8
						712.843	6	0.093	8
						719.349	4	0.337	
						727.99	14	0.0112	8
152	Eu	Eu-152	13.537	6	Y	764.900	9	0.215	24
						768.944	9	0.094	4
						778.9041	18	12.94	15
						794.81	3	0.0263	22
						805.70	7	0.0123	11
						810.451	5	0.320	3
						839.36	4	0.0161	11
						841.570	5	0.1660	25
						867.373	3	4.245	21
						896.58	9	0.0669	22
						901.181	11	0.086	4
						906.01	6	0.0163	16
						919.330	3	0.427	6
						926.317	15	0.278	5
						930.580	15	0.0729	21
						958.63	5	0.0217	24
						963.390	12	0.135	4
						964.079	18	14.60	4
						974.09	4	0.0141	9
						990.19	3	0.0313	14
						1005.272	17	0.646	5
						1084.0	10	0.246	8
						1085.869	24	10.21	4
						1089.737	5	1.727	20
						1109.174	12	0.186	9
						1112.069	3	13.64	4
						1170.93	11	0.037	3
						1206.11	15	0.0141	11
						1212.948	11	1.422	8
						1249.938	13	0.188	4
						1261.343	23	0.0334	14

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1292.778	19	0.105	6
						1299.140	9	1.623	20
						1348.10	7	0.0178	11
152	Eu	Eu-152	13.537	6	Y	1363.77	5	0.0257	11
						1408.006	3	21.00	6
						1457.643	11	0.502	5
						1528.103	18	0.281	5
						69.67301	13	4.85	9
						75.42214	23	0.349	16
						83.36718	21	0.185	18
						89.48596	22	0.167	10
						97.43102	21	0.846	17
						103.18014	17	29.8	4
153	Sm	Sm-153	46.50	21	H	151.6245	12	0.0113	15
						172.85310	21	0.0805	16
						463.60	20	0.0146	15
						531.40	15	0.063	6
						533.20	20	0.032	3
						539.10	20	0.0218	13
						596.70	20	0.0116	12
						58.40		0.0038	4
						80.40		0.0030	9
						81.990	20	0.003	4
						82.10		0.0031	21
						123.0710	10	40.6	4
						125.4		0.0070	21
						129.5		0.0136	21
						131.58	5	0.0111	5
						134.8		0.0072	4
						146.05	5	0.0259	11
						156.2		0.0098	4
						159.9		0.0010	6
						162.1		0.0011	4
						165.90	21	0.0025	5
						180.7		0.0040	5
						184.68	8	0.004	4
						184.7		0.0037	7
						188.252	8	0.239	5
						195.5	5	0.0021	11
						197.0		0.001575	
154	Eu	Eu-154	8.593	4	Y	202.50	16	0.028	7
						209.4	4	0.0025	5
						219.4		0.0023	6
						229.01	13	0.0024	6
						232.01	5	0.0237	10
						237.7		0.0063	25
						247.930	8	6.91	5
						260.2		0.0022	6
						267.5		0.007	8
						267.5		0.007	8
						269.8		0.0072	8
						274.0	5	0.003884	
						279.9		0.002974	
						290		0.003359	
						295.7		0.00238	
						296		0.0014	11
						301.3		0.0102	4
						305.1		0.0175	7
						308.2		0.0024	6
						312.3		0.0185	14

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						315.4		0.0073	14
						322.01	5	0.0661	18
						329.6		0.0091	5
						346.72	5	0.0290	11
						368.2		0.002974	
						370.7		0.0056	11
						375.2	5	0.0020	7
						382.00	5	0.0099	4
						397.1		0.0287	11
						401.258	14	0.1900	24
						403.55	5	0.0262	11
						414.3		0.004969	
						419.4		0.0035	14
						422.0		0.0022	9
						435.9		0.0038	11
						444.490	6	0.562	6
						463.9		0.004269	
						467.84	5	0.0605	18
						478.27	4	0.2250	22
						480.6		0.0048	3
						483.7		0.005	3
						484.6		0.003954	
						488.3		0.0070	25
						506.5		0.0063	11
						510.6		0.059	7
						512.0		0.031	7
						518.00	5	0.0472	22
						532.0		0.0070	25
						532.9		0.006299	
154	Eu	Eu-154	8.593	4	Y	545.6		0.0143	14
						557.58	4	0.268	3
						563.4		0.0028	7
						569.2		0.0100	8
						582.01	4	0.889	9
						591.762	5	4.96	4
						597.5		0.0055	4
						598.3		0.0062	8
						602.81	5	0.0336	15
						613.26	5	0.093	4
						620.5		0.0091	5
						625.254	7	0.318	4
						642.4		0.0045	14
						649.44	5	0.078	3
						650.6		0.0099	5
						664.68	5	0.0287	11
						668.9		0.0133	18
						676.600	12	0.157	7
						692.425	4	1.792	15
						715.76	5	0.188	9
						723.305	5	20.11	15
						737.6		0.0063	25
						756.804	5	4.54	4
						774.4		0.008	4
						790.1		0.0105	21
						800.3		0.032	5
						801.21	4	0.0122	25
						815.53	6	0.513	5
						830.3		0.008	3
						845.39	5	0.588	5
						850.64	5	0.242	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						873.190	5	12.20	8
						880.61	3	0.081	4
						892.781	9	0.515	5
						898.4		0.0020	5
						904.076	6	0.893	7
						906.1		0.0118	6
						919.2		0.0122	6
						924.56	7	0.0619	22
						928.4		0.0045	21
						981.3		0.0084	14
						984.5		0.0094	18
						996.262	6	10.53	7
						1004.725	7	17.91	12
						1012.80	20	0.0028	11
						1023.0	10	0.0066	18
						1033		0.0118	6
						1047.40	10	0.0497	25
						1049.40	10	0.0173	7
						1072		0.0035	14
						1110		0.0028	21
						1118.30	10	0.108	14
						1124		0.0069	10
						1128.560	8	0.318	4
						1136		0.0074	10
						1140.711	9	0.2355	25
						1153.1	5	0.0108	25
154	Eu	Eu-154	8.593	4	Y	1161		0.0437	18
						1170.0	5	0.0036	10
						1189		0.093	3
						1217		0.0034	10
						1232		0.008	4
						1241.60	20	0.133	5
						1246.150	9	0.864	7
						1274.436	6	35.0	3
						1290		0.0248	25
						1292.00	20	0.0127	6
						1295.50	20	0.0091	6
						1316		0.017	4
						1387.0	5	0.0192	14
						1400		0.0031	6
						1408.40	20	0.0231	18
						1415.0	5	0.003989	
						1418.60	20	0.0108	14
						1419.0	3	0.00196	
						1425.6	6	0.0012	5
						1490		0.0029	4
						1494.048	9	0.700	8
						1510.0	5	0.0048	8
						1531.4	3	0.0060	4
						1537.82	3	0.0528	18
						1554		0.0011	6
						1596.495	18	1.788	15
						1667.30	20	0.001925	
						1674		0.001715	
						88.9656	16	8.4	12
						160.20	20	0.0103	14
156	Eu	Eu-156	15.19	8	D	190.16	8	0.0165	21
						199.216	5	0.74	8
						215.70	20	0.013	3
						317.30	9	0.060	8

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						335.69	11	0.0102	16
						348.27	9	0.0136	23
						354.20	9	0.0146	23
						434.40	9	0.209	18
						472.70	6	0.145	13
						490.34	6	0.160	14
						494.90	15	0.015	4
						498.88	6	0.066	7
						554.66	6	0.017	5
						585.90	6	0.047	4
						599.47	5	2.08	18
						626.0		0.022	5
						632.79	8	0.039	6
						646.29	5	6.3	6
						660.0		0.014	4
						707.10	20	0.065	8
						709.86	5	0.88	8
						723.47	5	5.4	5
						768.56	7	0.087	9
						778.0		0.026	5
						784.14	10	0.049	6
						797.73	6	0.109	11
						811.77	5	9.7	8
						820.36	7	0.169	15
						836.52	7	0.081	9
						839.00	20	0.030	6
						841.16	10	0.208	18
						858.36	12	0.205	18
						865.8	3	0.188	19
156	Eu	Eu-156	15.19	8	D	867.01	8	1.33	11
						872.39	9	0.040	6
						903.62	10	0.040	6
						916.4	4	0.032	7
						928.8	4	0.028	6
						944.35	7	1.33	11
						947.46	15	0.292	25
						960.50	8	1.45	13
						961.0	6	0.15	4
						963.0		0.034	6
						969.83	6	0.37	4
						1011.87	5	0.31	3
						1018.50	10	0.084	9
						1027.39	8	0.128	12
						1037		0.053	7
						1040.44	7	0.50	5
						1065.14	5	4.9	4
						1076.		0.34	3
						1079.16	5	4.6	4
						1101.80	11	0.042	7
						1115.78	7	0.050	7
						1129.47	7	0.135	13
						1140.51	5	0.283	24
						1153.67	10	6.8	6
						1154.08	10	4.7	4
						1156		0.131	23
						1164.2	3	0.065	8
						1169.12	5	0.266	23
						1187.3	5	0.015	7
						1220.50	11	0.019	6
						1230.71	6	8.0	7

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
156	Eu	Eu-156	15.19	8	D	1242.42	5	6.6	6
						1258.03	7	0.095	9
						1277.43	5	2.89	24
						1366.41	5	1.57	13
						1626.29	14	0.046	7
						1682.10	12	0.272	24
						1857.42	11	0.240	21
						1873		0.059	13
						1877.03	15	1.51	13
						1937.71	11	1.94	16
						1946.34	13	0.165	16
						1965.95	12	3.9	4
157	Eu	Eu-157	15.18	3	H	51.834	14	0.75	8
						54.548	8	3.7	4
						63.929	8	23.0	24
						64.40	20	0.13	7
						76.925	14	0.20	4
						95.60	20	0.011	6
						116.31	3	0.040	10
						129.50	20	0.012	7
						131.438	16	0.056	15
						158.41	3	0.024	7
						161.820	13	0.085	17
						208.621	11	0.147	15
						209.00	20	0.017	9
						212.05	3	0.061	9
						226.63	3	0.037	8
						237.90	20	0.015	8
						252.30	20	0.044	22
						276.86	5	0.041	8
						288.023	19	0.096	15
						291.69	7	0.022	6
						302.99	3	0.067	10
						318.710	8	2.89	15
						328.30	20	0.022	11
						334.441	10	0.83	6
						339.30	20	0.017	9
						344.61	6	0.035	7
						358.931	10	0.30	3
						370.509	8	11.0	6
						379.905	9	0.26	3
						383.17	3	0.070	11
						393.408	20	0.122	13
						398.953	9	1.32	7
						409.135	10	2.67	14
						410.723	9	17.5	9
						420.090	9	0.92	7
						427.355	15	0.160	16
						434.388	13	0.35	4
						450.761	10	1.22	9
						460.923	9	0.97	7
						470.39	3	0.198	20
						474.625	11	2.52	13
						491.89	3	0.090	14
						506.43	3	0.081	13
						524.835	18	0.30	3
						543.93	6	0.04	
						553.02	7	0.035	7
						555.23	12	0.034	7
						567.58	4	0.145	15

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						570.937	13	1.56	8
						585.46	20	0.018	6
						591.097	19	0.157	16
						607.10	20	0.046	24
						613.73	14	0.017	6
						619.303	12	3.55	18
						622.751	13	0.97	7
						625.60	20	0.014	5
						628.70	3	0.099	16
						632.23	5	0.046	9
						635.75	9	0.046	9
						655.59	3	0.185	19
						668.50	20	0.012	4
						674.59	18	0.017	6
						682.60	6	0.077	22
						683.16	3	0.23	5
						685.20	20	0.047	25
						687.502	13	1.18	13
						696.94	4	0.072	8
						698.62	5	0.063	7
						700.856	19	0.29	3
						707.46	9	0.046	7
157	Eu	Eu-157	15.18	3	H	716.92	10	0.028	7
						728.5	4	0.022	6
						739.34	12	0.018	6
						750.8	6	0.14	
						752.61	4	0.25	3
						754.8	3	0.024	8
						762.69	3	0.393	
						803.65	20	0.018	6
						814.17	12	0.022	7
						816.64	4	0.070	11
						836.23	14	0.013	5
						846.78	15	0.033	11
						865.05	20	0.020	6
						932.6	4	0.020	6
						934.24	8	0.039	10
						944.21	10	0.032	10
						969.19	9	0.011	5
						985.69	4	0.143	15
						996.38	12	0.030	9
						1051.57	15	0.025	8
						1060.06	10	0.028	9
						1115.53	15	0.019	6
						1167.38	12	0.046	11
						133.021	19	43.3	6
						136.260	18	5.85	19
						136.86	4	0.86	19
181	Hf	Hf-181	42.39	6	D	345.93	6	15.12	13
						475.99	9	0.703	7
						482.18	9	80.5	5
						615.17	11	0.233	18
						618.66	8	0.0250	13
						31.7378	7	0.486	11
						42.7151	4	0.277	6
						65.72202	18	2.92	7
182	Ta	Ta-182	114.43	4	D	67.75002	19	41.2	10
						84.68082	24	2.65	7
						100.1065	3	14.1	3
						110.41	5	0.087	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						113.6725	3	1.88	4
						116.4186	7	0.431	9
						152.4308	3	6.93	13
						156.3876	3	2.64	5
						179.3945	3	3.08	6
						198.3532	3	1.44	3
						222.1096	4	7.49	14
						229.3220	9	3.63	7
						264.0752	3	3.61	7
						829.70	10	0.015	6
						891.9801	19	0.057	5
						927.9921	20	0.619	13
						959.7297	19	0.348	8
						1001.6951	19	2.07	4
						1044.4100	19	0.237	6
182	Ta	Ta-182	114.43	4	D	1113.40	5	0.446	9
						1121.3009	17	34.9	6
						1157.3129	18	0.59	11
						1158.0818	19	0.40	6
						1180.78	10	0.086	6
						1189.0504	17	16.2	3
						1221.4067	17	27.0	5
						1223.8035	19	0.23	8
						1231.0159	17	11.44	20
						1257.4187	18	1.49	3
						1273.7307	17	0.651	12
						1289.1563	17	1.349	24
						1342.72	5	0.251	5
						1373.8364	17	0.218	4
						1387.4023	17	0.0708	15
						1410.10	10	0.0394	13
						1453.1239	17	0.0284	10
						72.002	4	11.1	
						103.8	5	0.0101	
						106.596	13	0.02621	
						113.746	8	0.07726	
						123.66	12	0.02512	
						134.247	7	8.85	
						154.4	5	0.01583	
						178.8	5	0.0137	
						206.242	18	0.1428	
						239.193	24	0.08572	
						246.280	21	0.1188	
						261	1	0.0109	
						262.7	5	0.0109	
187	W	W -187	23.72	6	H	454.92	2	0.02948	
						479.550	22	21.8	
						484.15	3	0.0172	
						492.80	20	0.0246	
						511.66	4	0.647	
						551.52	4	5.08	
						564.62	19	0.01201	
						588.95	6	0.1218	
						618.26	4	6.28	
						625.519	10	1.09	
						641.1	5	0.0355	
						685.73	4	27.3	
						727.22	20	0.0382	
						730.3	10	0.0164	
						745.216	19	0.2976	

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
187	W	W -187	23.72	6	H	772.89	5	4.12	
						794.80	20	0.0246	
						864.55	1	0.336	
						879.45	5	0.1417	
						933.80	20	0.0137	
						968.78	20	0.041	
192	Ir	Ir-192	73.827	13	D	110.4	3	0.0122	11
						136.3426	3	0.20	3
						201.3112	7	0.473	8
						205.79433	9	3.34	4
						283.2668	8	0.266	3
						295.95654	15	28.72	14
						308.45514	17	29.68	15
						316.50623	17	82.71	21
						329.17	15	0.0174	17
						374.4853	8	0.726	6
						416.4688	7	0.669	21
						420.52	6	0.069	7
						468.0688	3	47.81	24
						484.5752	4	3.187	24
						489.06	3	0.438	14
						588.5811	7	4.517	22
						593.49	13	0.0421	17
						604.4111	3	8.20	4
						612.4622	3	5.34	8
						884.5366	7	0.291	7
						1061.48	4	0.0530	10
198	Au	Au-198	2.69517	21	D	411.80209	17	95.58	12
						675.8837	7	0.804	3
						1087.684	3	0.1590	21
203	Hg	Hg-203	46.612	18	D	279.1967	12	81.46	13
206	Tl	Tl-206	4.200	17	M	803.30	20	0.0050	8
207	Bi	Bi-207	32.9	14	Y	569.6980	20	97.76	3
						897.80	10	0.131	6
						1063.656	3	74.6	5
						1442.20	20	0.1310	20
						1770.228	9	6.87	3
208	Tl	Tl-208	3.053	4	M	211.40	15	0.178	20
						233.36	15	0.307	20
						252.61	10	0.69	4
						277.358	10	6.31	9
						485.95	15	0.050	5
						510.77	10	22.6	3
						583.1910	20	84.5	7
						587.7		0.040	20
						650.1	3	0.036	5
						705.2	3	0.022	4
						722.04	12	0.201	14
						748.70	20	0.043	4
						763.13	8	1.81	5
						821.20	20	0.040	4
						860.564	5	12.42	10
						883.30	20	0.031	3
						927.60	20	0.131	9
						982.70	20	0.203	11
						1093.90	20	0.40	3
						1160.8	3	0.011	3
						1185.2	3	0.017	5
						1282.8	3	0.052	5
210	Pb	Pb-210	22.3	2	Y	46.5390	10	4.25	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
210	Po	Po-210	138.376	2	D	803.1		0.00121	0
211	Bi	Bi-211	2.14	2	M	351.06	4	12.91	11
211	Pb	Pb-211	36.1	2	M	65.420	14	0.077	6
						81.00	20	0.045	12
						83.80	10	0.058	9
						88.20	20	0.017	4
						94.3	3	0.012	3
						95.00	20	0.018	3
						97.30	20	0.0116	13
						244.0		0.039	13
						313.59	9	0.031	4
						342.91	4	0.035	6
						362.072	17	0.043	3
						404.853	10	3.78	6
						427.088	10	1.76	5
						478.0	4	0.013	3
						481.1	4	0.026	6
						481.92	12	0.0103	13
						500.4	5	0.012	3
						609.38	4	0.043	7
						676.69	7	0.013	4
						704.64	3	0.462	11
						766.51	3	0.617	17
						832.01	3	3.52	6
						951.0		0.022	13
						1014.64	5	0.0173	6
						1080.16	6	0.0123	7
						1109.48	5	0.115	4
						1196.33	5	0.0102	4
212	Bi	Bi-212	60.55	6	M	39.857	4	1.06	9
						288.20	4	0.337	4
						328.03	4	0.125	7
						433.7	5	0.017	4
						452.98	5	0.363	4
						473.0	7	0.050	4
						727.330	9	6.58	6
						785.37	8	1.102	13
						893.408	5	0.378	20
						952.120	11	0.17	4
						1073.60	20	0.0160	20
						1078.62	10	0.564	20
						1512.7	3	0.29	4
						1620.50	10	1.49	4
						1679.7	5	0.058	13
						1806.0	5	0.090	20
212	Pb	Pb-212	10.64	1	H	115.183	5	0.592	8
						176.68	5	0.052	6
						238.6320	20	43.3	4
						300.087	10	3.28	3
						415.2		0.143	22
214	Bi	Bi-214	19.9	4	M	268.80	20	0.020	10
						273.80	5	0.15	3
						280.95	5	0.060	10
						304.20	20	0.042	
						333.31	6	0.080	20
						334.78	8	0.034	
						348.92	6	0.12	4
						351.9	5	0.070	10
						386.77	5	0.31	3
						388.88	5	0.37	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						394.05	8	0.0148	14
						396.01	8	0.029	6
						405.74	3	0.170	10
						439.34	8	0.012	3
						452.92	10	0.031	4
						454.77	12	0.300	20
						461.00	20	0.053	9
						469.76	7	0.129	10
						474.41	5	0.110	9
						485.92	11	0.022	4
						487.95	13	0.028	9
						494.2	4	0.012	3
						501.96	15	0.018	3
						519.90	5	0.0160	20
						524.60	20	0.0170	20
						536.77	4	0.068	9
						543.00	20	0.084	9
						572.76	7	0.074	10
						595.23	7	0.0170	20
						609.312	7	46.1	5
						615.73	10	0.060	20
						617.00	20	0.034	12
						633.14	10	0.055	5
						639.67	10	0.030	5
						649.18	7	0.060	7
						658.70	20	0.015	6
						661.10	20	0.047	9
						665.453	22	1.46	3
						683.22	6	0.081	9
214	Bi	Bi-214	19.9	4	M	697.9	3	0.051	14
						699.82	18	0.016	5
						703.11	4	0.472	12
						704.9	3	0.047	10
						708.8	3	0.017	4
						710.67	10	0.0750	20
						719.86	3	0.379	11
						722.98	12	0.035	9
						733.80	15	0.043	6
						740.73	18	0.04000	
						752.84	3	0.130	10
						768.356	10	4.94	6
						769.7	5	0.030	10
						786.1	4	0.31	9
						788.6	5	0.015	3
						806.174	18	1.220	20
						815.00	10	0.038	4
						821.18	3	0.158	15
						826.30	20	0.110	20
						832.39	11	0.028	3
						847.16	11	0.026	3
						873.07	19	0.018	5
						878.03	12	0.012	3
						904.29	10	0.085	20
						915.74	15	0.026	6
						930.20	20	0.033	13
						934.061	12	3.03	4
						934.10	20	0.050	10
						934.5	5	0.010	3
						938.65	16	0.013	4
						939.6	5	0.018	6

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						943.34	12	0.017	6
						961.61	17	0.012	6
						964.08	3	0.362	17
						965.00	10	0.010	5
						976.18	12	0.019	4
						989.34	17	0.010	3
						991.49	19	0.010	3
						1021.0	5	0.014	3
						1032.37	8	0.078	20
						1033.30	20	0.024	6
						1045.60	20	0.026	3
						1051.96	3	0.315	11
						1067.2	3	0.027	10
						1069.96	8	0.275	15
						1103.64	19	0.10	4
						1104.79	19	0.077	4
						1118.9	5	0.040	10
						1120.287	10	15.10	20
						1130.29	19	0.040	5
						1133.66	3	0.248	13
						1155.190	20	1.630	20
						1155.6	5	0.016	4
						1167.30	20	0.0120	20
						1172.98	10	0.051	6
						1207.68	3	0.451	16
						1230.6	4	0.015	8
						1238.110	12	5.79	8
						1279.0	7	0.012	3
						1280.960	20	1.430	20
214	Bi	Bi-214	19.9	4	M	1284.0	10	0.0110	10
						1285.1	5	0.017	4
						1303.76	8	0.112	7
						1316.96	15	0.080	10
						1330.00	20	0.0110	20
						1341.49	16	0.022	3
						1377.669	12	4.00	6
						1385.31	3	0.757	18
						1392.5	4	0.019	9
						1401.50	4	1.270	20
						1407.98	4	2.15	5
						1479.15	14	0.051	5
						1509.228	15	2.11	4
						1538.50	6	0.376	14
						1543.32	6	0.20	5
						1583.22	4	0.690	15
						1594.73	8	0.25	4
						1599.31	6	0.23	6
						1636.30	20	0.0120	20
						1657.00	19	0.046	5
						1661.28	6	1.15	3
						1683.99	4	0.216	6
						1729.595	15	2.92	4
						1764.494	14	15.40	20
						1813.73	14	0.0110	10
						1838.36	5	0.360	20
						1847.42	3	2.11	3
						1873.16	6	0.219	7
						1890.30	15	0.08	3
						1895.92	14	0.160	20
						1898.7	4	0.057	6

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
214	Bi	Bi-214	19.9	4	M	1935.50	20	0.041	20
214	Pb	Pb-214	26.8	9	M	53.2275	21	1.2	3
						107.22	9	0.015	3
						118.2		0.094	21
						170.07	6	0.032	6
						196.20	5	0.069	10
						205.68	9	0.0115	14
						216.47	7	0.022	5
						241.997	3	7.43	11
						258.87	4	0.524	11
						274.80	5	0.474	11
						295.2240	20	19.30	20
						298.8		0.010	10
						305.26	3	0.031	3
						314.32	7	0.0780	10
						323.83	4	0.028	4
						351.9320	20	37.6	4
						462.00	7	0.221	9
						480.430	20	0.320	11
						487.09	7	0.422	16
						511.0	4	0.032	10
						533.660	20	0.186	9
						538.41	8	0.020	3
						543.81	7	0.069	10
						580.13	3	0.352	14
						765.96	9	0.078	14
						785.96	9	1.07	8
						839.04	9	0.587	10
219	Rn	Rn-219	3.96	1	S	130.59	3	0.119	13
						221.5	3	0.030	5
						271.230	10	10.8	7
						293.54	4	0.073	6
						401.810	10	6.4	5
						438.2	6	0.015	16
						517.63	6	0.044	4
						676.64	7	0.0205	25
223	Ra	Ra-223	11.435	4	D	14.4	10	0.0164	14
						33.6	5	0.10	4
						63.2	5	0.055	15
						104.20	10	0.019	3
						106.78	3	0.0233	15
						110.856	10	0.058	5
						122.319	10	1.192	23
						136.10	20	0.027	3
						144.232	10	3.22	9
						154.210	10	5.62	16
						158.633	10	0.685	17
						175.80	20	0.019	5
						177.40	20	0.047	5
						179.54	5	0.151	14
						219.0	8	0.014	6
						220.6	3	0.036	6
						245.2	3	0.010	3
						249.4	3	0.038	10
						251.1	3	0.041	14
						251.80	10	0.067	9
						255.23	15	0.052	7
						269.459	10	13.7	4
						288.18	3	0.158	5
						293.80	20	0.0658	10

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						323.871	10	3.93	9
						328.40	3	0.206	8
						333.99	5	0.100	6
						338.281	10	2.79	7
						342.90	4	0.219	14
						346.8	3	0.178	3
						362.060	20	0.045	3
						369.5		0.0206	3
						371.680	20	0.480	16
						373.3		0.0493	8
						376.0	3	0.012	4
223	Ra	Ra-223	11.435	4	D	382.8	3	0.014	5
						388.0	5	0.015	6
						393.5	5	0.011	4
						430.5	5	0.019	6
						432.10	10	0.034	3
						439.3		0.081	14
						445.030	10	1.27	5
						481.6	5	0.021	6
						487.6	3	0.0110	14
						527.610	10	0.070	5
						598.720	20	0.093	5
						609.32	4	0.056	3
						632.0	10	0.030	10
224	Ra	Ra-224	3.66	4	D	240.986	6	4.10	5
226		Ra-226	1600	7	Y	186.211	13	3.59	6
						20.30	5	0.18	7
						29.860	10	0.09	4
						31.580	10	0.076	21
						33.40	8	0.0123	13
						40.20	10	0.025	3
						42.16	20	0.039	16
						43.80	5	0.269	
						44.40	5	0.016	
						48.5	5	0.048	14
						49.89	7	0.57	20
						50.130	10	8.0	10
						56.55	3	0.10	5
						59.6	5	0.010	4
						61.441	20	0.085	21
						62.45	5	0.22	
						64.31	10	0.037	13
						68.72	9	0.06	
227	Th	Th-227	18.72	2	D	69.8	5	0.010	4
						72.90	10	0.027	7
						73.62	5	0.019	4
						75.2	3	0.022	7
						79.720	10	1.9	3
						93.93	8	1.37	19
						96.10	14	0.066	20
						100.27	3	0.076	17
						113.159	20	0.668	
						117.20	5	0.17	3
						117.5	5	0.012	3
						123.52	18	0.010	5
						134.48	15	0.028	7
						141.49	5	0.2	
						150.16	17	0.014	12
						168.29	13	0.014	4
						173.41	9	0.015	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						175.8	3	0.020	25
						184.65	5	0.038	8
						197.61	10	0.014	4
						201.60	9	0.031	8
						204.27	17	0.20	6
						205.03	9	0.15	4
						206.11	5	0.21	7
						210.65	5	1.11	24
						212.65	4	0.06	4
						212.7	3	0.018	7
						219.00	13	0.12	
						234.81	9	0.41	16
						235.971	20	12.3	16
						246.19	20	0.010	4
						250.35	5	0.43	
						252.6	3	0.10	3
						254.68	9	0.7	5
						256.250	20	7.0	9
						262.91	9	0.095	14
						270.7	5	0.037	13
						272.93	9	0.48	9
227	Th	Th-227	18.72	2	D	279.72	9	0.06	4
						281.29	14	0.2	
						284.40	20	0.025	13
						285.50	9	0.048	11
						286.122	20	1.54	21
						292.41	9	0.066	20
						296.51	5	0.46	8
						300.00	3	2.64	
						304.519	20	1.2	4
						308.40	9	0.014	4
						312.69	9	0.48	9
						314.78	9	0.6	
						319.20	14	0.032	5
						326.11	10	0.025	3
						329.851	20	2.7	4
						334.381	20	1.05	15
						342.50	9	0.39	10
						346.45	10	0.010	4
						350.43	9	0.113	22
						352.61	9	0.012	4
						383.52	9	0.047	11
						392.4	5	0.010	3
						18.40		0.014	4
						56.96	5	0.019	4
						57.766	5	0.47	3
						77.34	3	0.026	5
						99.509	6	1.26	7
						100.41	3	0.093	13
						129.0650	10	2.42	9
						135.54	5	0.018	4
228	Ac	Ac-228	6.15	2	H	137.91	5	0.024	5
						141.02	3	0.050	8
						145.849	10	0.158	8
						153.977	10	0.722	21
						168.65	10	0.013	
						173.964	13	0.035	5
						184.540	20	0.070	8
						191.353	10	0.123	8
						199.407	10	0.315	5

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						204.026	10	0.112	15
						209.253	6	3.89	7
						214.85	10	0.029	4
						223.85	10	0.054	5
						231.42	10	0.025	4
						257.52	10	0.030	3
						263.58	10	0.040	4
						270.2450	20	3.46	6
						278.95	5	0.191	
						282.00	3	0.072	19
						321.646	8	0.226	11
						326.04	20	0.033	5
						327.4		0.12	4
						328.000	6	2.95	12
						332.370	4	0.40	4
						338.320	3	11.27	19
						340.96	5	0.369	21
						356.94	10	0.0170	18
						377.99	10	0.025	3
						389.12	15	0.0103	15
						397.94	10	0.027	3
						399.62	10	0.029	3
						409.462	6	1.92	4
						416.30	20	0.0132	21
						419.42	10	0.021	3
						440.44	5	0.121	8
						449.15	5	0.048	5
						452.47	10	0.015	5
						457.17	15	0.0150	23
228	Ac	Ac-228	6.15	2	H	463.004	6	4.40	7
						466.40	10	0.029	3
						470.25	20	0.013	3
						471.76	15	0.033	3
						474.75	10	0.022	3
						478.33	5	0.209	15
						480.94	20	0.023	5
						490.33	15	0.0111	23
						492.37	10	0.0235	23
						503.823	13	0.182	12
						508.959	17	0.45	5
						515.06	10	0.049	5
						520.151	16	0.067	5
						523.131	16	0.103	8
						540.76	10	0.026	3
						546.47	5	0.201	13
						548.73	15	0.023	3
						555.12	10	0.046	5
						562.500	4	0.87	3
						570.91	10	0.182	24
						572.14	8	0.150	16
						583.41	5	0.111	10
						590.4		0.017	3
						610.64	10	0.023	5
						616.22	3	0.080	5
						620.38	5	0.080	5
						623.27	20	0.011	3
						627.23	20	0.014	3
						629.40	5	0.045	5
						634.18	10	0.0106	21
						640.34	3	0.054	5

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						648.84	10	0.044	
						651.51	3	0.090	8
						663.82	10	0.028	6
						666.45	10	0.062	
						672.00	15	0.026	8
						674.2		0.05	6
						674.8		0.05	6
						677.11	10	0.062	5
						684.0		0.019	5
						688.10	5	0.08	
						699.08	15	0.037	5
						701.747	14	0.173	10
						707.41	5	0.155	15
						718.48	15	0.019	4
						726.863	15	0.62	8
						737.72	5	0.037	4
						755.315	4	1.00	3
						772.291	5	1.49	3
						774.10	20	0.06000	
						776.56	10	0.019	6
						778.2		0.022	6
						782.142	5	0.485	19
						791.5	3	0.023	
						792.8		0.08000	
						794.947	5	4.25	7
						816.71	10	0.030	3
						824.934	23	0.050	5
						830.486	8	0.540	21
						835.710	6	1.61	6
228	Ac	Ac-228	6.15	2	H	840.377	7	0.91	4
						870.46	4	0.044	4
						873.17	15	0.031	6
						874.44	7	0.047	10
						877.46	10	0.014	3
						887.33	10	0.027	3
						901.23	15	0.016	3
						904.20	4	0.77	3
						911.204	4	25.8	4
						918.97	10	0.027	3
						944.196	14	0.095	8
						947.982	11	0.106	8
						958.61	4	0.28	4
						964.766	10	4.99	9
						968.971	17	15.8	3
						975.96	5	0.050	5
						979.48	10	0.026	3
						987.71	20	0.077	13
						988.63	20	0.077	13
						1016.44	15	0.022	
						1019.86	10	0.021	4
						1033.248	9	0.201	13
						1039.65	15	0.044	9
						1040.92	15	0.044	9
						1053.09	20	0.013	4
						1054.11	20	0.018	5
						1062.55	15	0.010	3
						1065.18	4	0.132	10
						1074.71	15	0.010	3
						1095.679	20	0.129	10
						1103.41	10	0.0150	23

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						1110.610	10	0.304	
						1117.63	10	0.054	8
						1142.85	15	0.0103	21
						1153.52	4	0.139	10
						1164.50	8	0.065	5
						1175.31	10	0.024	3
						1217.03	10	0.021	3
						1245.05	20	0.095	18
						1247.08	4	0.50	3
						1250.04	10	0.062	5
						1276.69	10	0.014	3
						1286.27	20	0.050	10
						1287.68	20	0.080	15
						1309.71	20	0.019	6
						1315.34	10	0.015	3
						1347.50	15	0.015	3
						1357.78	15	0.020	4
						1365.70	15	0.014	3
						1374.19	10	0.014	4
						1385.39	10	0.0106	21
						1401.49	10	0.012	3
						1415.66	10	0.021	4
						1430.95	10	0.035	7
						1451.40	15	0.0106	21
						1459.138	15	0.83	8
						1469.71	15	0.020	4
						1480.37	15	0.016	3
						1495.910	20	0.86	4
						1501.57	5	0.46	3
228	Ac	Ac-228	6.15	2	H	1529.05	10	0.057	6
						1537.89	10	0.047	5
						1548.65	4	0.038	4
						1557.11	4	0.178	13
						1559.85	20	0.020	4
						1573.26	5	0.033	3
						1580.53	3	0.60	4
						1588.20	3	3.22	8
						1625.06	5	0.255	18
						1630.627	10	1.51	4
						1638.281	10	0.47	3
						1666.523	13	0.178	13
						1677.67	3	0.054	5
						1684.01	20	0.015	5
						1686.09	7	0.095	8
						1700.59	20	0.0101	23
						1702.43	5	0.048	5
						1724.21	4	0.029	3
						1738.2	3	0.018	4
						1740.4	3	0.011	3
						1758.11	10	0.035	4
						1823.22	10	0.044	4
						1835.43	10	0.038	4
						1842.13	10	0.042	4
						1870.83	10	0.0243	23
						1887.10	5	0.090	8
						1907.18	20	0.0119	10
						1929.78	20	0.0199	21
						1952.33	15	0.059	5
						1965.24	20	0.0204	18
228	Th	Th-228	1.912	2	Y	84.373	3	1.220	20

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
228	Th	Th-228	1.912	2	Y	131.613	4	0.1305	19
						166.410	4	0.1036	15
						205.93	5	0.0196	7
						215.983	5	0.254	3
231	Pa	Pa-231	3.276E+4	11	Y	16.50	10	0.31	9
						19.00		0.37	13
						25.51	6	0.117	19
						27.360	10	10.3	8
						29.960	20	0.109	10
						31.00	5	0.010	3
						35.83	3	0.0162	13
						38.190	10	0.160	13
						39.970	20	0.013	3
						44.150	10	0.065	7
						46.350	20	0.223	16
						52.730	20	0.085	8
						54.600	20	0.077	7
						57.19	3	0.0299	
						63.650	20	0.050	5
						74.15	4	0.024	4
						77.34	3	0.073	5
						96.84	3	0.095	8
						100.84	5	0.030	4
						144.39	6	0.0119	13
						243.08	7	0.048	5
						246.04	8	0.0111	17
						255.77	5	0.112	9
						260.19	6	0.188	12
						273.14	6	0.060	5
						277.320	10	0.069	6
						283.690	10	1.70	10
						286.55	10	0.0100	17
						300.070	10	2.47	16
						302.65	5	2.88	
						312.92	4	0.102	7
						327.13	8	0.038	5
						330.060	10	1.40	9
						340.74	5	0.181	11
						354.46	5	0.100	7
						357.12	9	0.175	13
						379.30	10	0.050	4
						407.810	20	0.036	3
231	Th	Th-231	25.52	1	H	10.25		0.76	4
						17.20		0.23	8
						18.07		0.17	17
						19.10		3.70	19
						25.640	20	14.5	8
						26.55	5	0.54	4
						29.30	5	0.035	3
						32.73	5	0.073	6
						33.32	5	0.030	3
						38.90	5	0.110	9
						41.55	5	0.0160	13
						42.22	5	0.052	4
						42.86	7	0.058	5
						45.34	5	0.034	3
						58.570	3	0.48	4
						63.86	3	0.0230	23
						72.751	3	0.251	20
						77.80		0.130	7

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						81.228	3	0.89	7
						82.087	3	0.40	4
						84.214	3	6.6	5
						89.950	20	0.94	8
						93.02	4	0.045	6
						97.55	5	0.0230	16
						99.278	4	0.120	10
						102.270	3	0.41	4
						106.61	3	0.0170	14
						106.85	10	0.015	15
231	Th	Th-231	25.52	1	H	116.820	20	0.0207	17
						124.914	17	0.056	5
						134.030	20	0.0240	16
						135.664	11	0.078	7
						145.940	20	0.032	3
						163.101	5	0.155	12
						173.00	10	0.020	20
						174.150	20	0.0181	15
						183.500	20	0.0329	21
						217.94	3	0.040	4
						237.80	10	0.05	5
						41.82		0.012	8
						258.26	10	0.0728	4
						739.95	10	0.0117	3
						742.81	3	0.080	4
						766.360	20	0.294	12
234	Pa	Pa-234m	1.17	3	M	786.27	3	0.0485	19
						921.70	10	0.01269	
						1001.03	3	0.837	10
						1193.77	3	0.01347	
						1510.20	10	0.01287	
						1737.73	10	0.0211	3
						1831.30	10	0.0172	3
						20.020	20	0.010	3
						62.860	20	0.021	4
						63.290	20	4.8	7
						73.920	20	0.0172	19
						83.30	5	0.079	8
234	Th	Th-234	24.10	3	D	87.02	6	0.019	4
						92.380	10	2.8	3
						92.800	20	2.8	3
						108.00	5	0.0106	16
						112.81	5	0.28	3
						184.8		0.013	7
						19.59		61.0	3
						31.60	5	0.016	5
						34.70	10	0.0370	4
						41.4	3	0.030	20
						41.96	15	0.060	10
						51.22	10	0.020	15
						54.25	5	0.015	15
235	U	U -235	703.8E+6	5	Y	64.370	20	0.0400	4
						72.70	20	0.1100	11
						73.72	5	0.01000	10
						75.02	5	0.060	10
						94	5	0.4000	
						95.70		0.19	19
						96.090	20	0.086	11
						109.160	20	1.54	6
						115.45	5	0.07	4

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
						120.35	5	0.0260	3
						136.55	5	0.01200	12
						140.76	4	0.220	21
						143.760	20	10.96	14
						150.930	20	0.076	10
						163.330	20	5.08	7
						173.3	10	0.010	5
						182.61	5	0.340	21
						185.715	5	57.2	8
						194.940	10	0.630	12
						198.900	20	0.042	6
						202.110	20	1.080	23
235	U	U -235	703.8E+6	5	Y	205.311	10	5.01	7
						215.28	3	0.027	3
						221.380	20	0.120	10
						233.50	3	0.029	5
						240.87	3	0.075	6
						246.84	4	0.053	3
						251.50	10	0.020	20
						275.1		0.042	5
						279.50	5	0.270	3
						291.65	3	0.038	5
						345.90	3	0.038	5
						387.82	3	0.038	5
						390.30	20	0.040	10
						13.810	20	0.099	4
						26.348	10	2.43	6
						33.195	11	0.130	5
						38.54	3	0.011	11
						43.423	20	0.0240	20
						51.01	3	0.340	10
						59.536	3	34.5	8
						64.830	20	1.282	17
237	U	U -237	6.75	1	D	164.610	20	1.86	3
						208.000	10	21.2	3
						221.80	4	0.0212	7
						234.40	4	0.0205	7
						267.54	4	0.712	10
						332.36	4	1.200	16
						335.38	4	0.0951	22
						368.59	4	0.0392	17
						370.94	4	0.1073	17
						18.40		0.0100	
						44.660	20	0.130	10
						49.410	20	0.130	20
						57.28		0.130	7
						61.4600	20	1.290	20
						67.860	20	0.092	23
						106.1230	20	27.2	4
						106.47	4	0.049	8
239	Np	Np-239	2.3565	4	D	124.4		0.010	
						166.39	6	0.017	7
						181.70	3	0.081	4
						209.7530	20	3.42	5
						226.380	20	0.280	20
						227.8		0.5100	
						228.1830	10	10.76	18
						254.40	3	0.110	6
						272.84	3	0.077	4
						277.5990	10	14.38	21

質量数	元素記号	核種名	半減期	半減期誤差	半減期 単位	エネルギー	エネルギー誤差	放出比	放出比誤差
239	Np	Np-239	2.3565	4	D	285.4600	20	0.790	20
						315.880	3	1.60	3
						334.3100	20	2.07	3
						434.7	5	0.013	
241	Am	Am-241	432.2	7	Y	26.3448	2	2.4	2
						32.183		0.0174	40
						33.196	1	0.126	3
						42.73	5	0.0055	11
						43.423	10	0.073	8
						55.56	2	0.0181	18
						57.85	5	0.0052	15
						59.5412	1	35.9	4
						69.76	3	0.00290	40
						98.97	2	0.0203	4
						102.98	2	0.0195	4
						123.01	2	0.00100	3
						125.3	2	0.00408	9

○専門家会合

本分析法の制定は、下記の専門家会合において行った。

・第 3 回　放射能測定法マニュアル等専門家会合
　　平成 15 年 10 月 20 日　文部科学省別館第 3 会議室
・第 4 回　放射能測定法マニュアル等専門家会合
　　平成 15 年 11 月 20 日　文部科学省別館第 3 会議室
・第 5 回　放射能測定法マニュアル等専門家会合
　　平成 16 年 2 月 5 日　文部科学省ビル 2F1 会議室

（回数は会合設置からの通算回数）

（専門委員）

石黒　秀治	(財)原子力研究バックエンド推進センター
植頭　康裕	核燃料サイクル開発機構
大島　真澄	日本原子力研究所
木村　秀樹	青森県原子力センター
佐藤　兼章	(財)日本分析センター
高山　裕美	福井県原子力環境監視センター
武石　稔	核燃料サイクル開発機構
村松　康行	独立行政法人放射線医学総合研究所
山本　政儀	金沢大学自然計測応用研究センター
渡部　和男	日本原子力研究所

○協力者

本分析法の制定に関する調査検討及び本マニュアルの作成は、専門委員他下記の方々のご協力を得て行いました。ご尽力に対し深く御礼申し上げます。

虻川　成司	(財)日本分析センター	橋本　和子	茨城県公害技術センター
磯貝　啓介	(財)日本分析センター	樋口　英雄	(財)日本分析センター
内田　滋夫	独立行政法人放射線医学総合研究所		
大西　俊彦	日本原燃(株)	平井　保夫	茨城県公害技術センター
川辺　勝也	(財)日本分析センター	福嶋　浩人	(財)日本分析センター
津浦　伸次	日本原燃(株)	三原　明	日本原子力研究所
中川　博	日本原燃(株)	森本　隆夫	(財)日本分析センター
沼宮内弼雄	(財)放射線計測協会	吉田　善行	日本原子力研究所
野口　正安	元(財)日本分析センター		

（敬称略・五十音順）

文部科学省放射能測定法シリーズ

1.	全ベータ放射能測定法	昭和 51 年 9 月(2 訂)
2.	放射性ストロンチウム分析法	平成 15 年 7 月(4 訂)
3.	放射性セシウム分析法	昭和 51 年 9 月(1 訂)
4.	放射性ヨウ素分析法	平成 8 年 3 月(2 訂)
5.	放射性コバルト分析法	平成 2 年 2 月(1 訂)
6.	NaI(TI) シンチレーションスペクトロメータ機器分析法	昭和 49 年 1 月
7.	ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー	平成 4 年 8 月(3 訂)
8.	放射性ジルコニウム分析法	昭和 51 年 9 月
9.	トリチウム分析法	平成 14 年 7 月(2 訂)
10.	放射性ルテニウム分析法	平成 8 年 3 月(1 訂)
11.	放射性セリウム分析法	昭和 52 年 10 月
12.	プルトニウム分析法	平成 2 年 11 月(1 訂)
13.	ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法	昭和 57 年 7 月
14.	ウラン分析法	平成 14 年 7 月(2 訂)
15.	緊急時における放射性ヨウ素測定法	平成 14 年 7 月(1 訂)
16.	環境試料採取法	昭和 58 年 12 月
17.	連続モニタによる環境γ線測定法	平成 8 年 3 月(1 訂)
18.	熱ルミネセンス線量計を用いた環境γ線量測定法	平成 2 年 2 月(1 訂)
19.	ラジウム分析法	平成 2 年 2 月
20.	空間γ線スペクトル測定法	平成 2 年 2 月
21.	アメリシウム分析法	平成 2 年 11 月
22.	プルトニウム・アメリシウム逐次分析法	平成 2 年 11 月
23.	液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法	平成 8 年 3 月(1 訂)
24.	緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法	平成 4 年 8 月
25.	放射性炭素分析法	平成 5 年 9 月
26.	ヨウ素-129 分析法	平成 8 年 3 月
27.	蛍光ガラス線量計を用いた環境γ線量測定法	平成 14 年 7 月
28.	環境試料中プルトニウム迅速分析法	平成 14 年 7 月
29.	緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法	平成 16 年 2 月
30.	環境試料中アメリシウム 241、キュリウム迅速分析法	平成 16 年 2 月
31.	環境試料中全アルファ放射能迅速分析法	平成 16 年 2 月
32.	環境試料中ヨウ素 129 迅速分析法	平成 16 年 2 月